

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|--|
| Тактика тушения пожара в издательской организации |

УДК 614.841.4:655.4/.5

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| 3-1E32 | Петелин Максим Андреевич | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Сечин А.И. | д.т.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Спицын В.В. | к.э.н. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | Мезенцева И.Л. | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Вторушина А.Н. | к.х.н. | | |

Томск – 2018 г.

**Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01
Техносферная безопасность**

| Код результ ата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) | Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон |
|--|---|---|
| Общие по направлению подготовки | | |
| P1 | Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности. | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12) |
| P2 | Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5) |
| P3 | Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14) |
| P4 | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке. | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11) |
| P5 | Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей. | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8) |
| Профиль | | |
| P6 | Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов | Требования ФГОС ВО (ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф. стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике» |
| P7 | Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателя, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов | Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф. стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике» |
| P8 | Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду | Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф. стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда» |
| P9 | Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации | Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8) |

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ А.Н. Вторушина
05.02.2018 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------------------------|
| 3-1Е32 | Петелину Максиму Андреевичу |

Тема работы:

Тактика тушения пожара в издательской организации

| | |
|---|-----------------------|
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 29.01.2018 г. № 436/с |
|---|-----------------------|

| | |
|--|---------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 22.05.2018 г. |
|--|---------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|--|
| Исходные данные к работе | Издательство национально исследовательского Томского политехнического университета. |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | Аналитический обзор литературных источников с целью установления наилучшего обоснования теоретических положений риска в пожарной безопасности. Исследование методики определения расчетных величин пожарного риска. Анализ пожарной опасности объекта. |
| Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) | |

| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i> | |
|--|-------------------------------|
| Раздел | Консультант |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Спицын Владислав Владимирович |
| Социальная ответственность | Мезенцева Ирина Леонидовна |

| | |
|---|---------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 05.02.2018 г. |
|---|---------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------|------------------------|---------|---------------|
| Профессор | Сечин А.И. | д.т.н. | | 05.02.2018 г. |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|---------------|
| З-1Е32 | Петелин Максим Андреевич | | 05.02.2018 г. |

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное
 учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»
 Уровень образования Бакалавриат
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

| |
|---------------------|
| Бакалаврская работа |
|---------------------|

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

| | |
|--|---------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 30.05.2018 г. |
|--|---------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 12.03.2018 г. | Составление и утверждение технического задания на тему. Постановка целей и задач. | 20 |
| 26.03.2018 г. | Аналитический обзор литературных источников с целью установления наилучшего обоснования теоретических положений риска в пожарной безопасности | 10 |
| 09.04.2018 г. | Исследование методики определения расчетных величин пожарного риска. | 25 |
| 23.04.2018 г. | Анализ пожарной опасности объекта. | 15 |
| 07.05.2018 г. | Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | 10 |
| 21.05.2018 г. | Оформление и представление ВКР | 20 |

Составил преподаватель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------|------------------------|---------|------------|
| Профессор | Сечин А.И. | д.т.н. | | 05.02.2018 |

СОГЛАСОВАНО:

| Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--|----------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент | Вторушина А.Н. | к.х.н. | | 05.02.2018 |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| | |
|--------|-----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-1Е32 | Петелину Максиму Андреевичу |

Тема: Тактика тушения пожара в издательской организации.

| | | | |
|---------------------|-------------|-------------|--|
| Школа | ИШНКБ | Отделение | Контроля и диагностики |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление | 20.03.01 Техносферная безопасность |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|--|--|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Оклад руководителя - 27500 руб. Оклад студента - 3600 руб. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | - Премияльный коэффициент научного руководителя 30%; - Премияльный коэффициент бакалавра 100%; - Дополнительной заработной платы научного руководителя 12%; - Накладные расходы 16%; - Районный коэффициент 30%. |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1% |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|--|
| 1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | - Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения -SWOT-анализ |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований | Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы. |
| 3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности | - Определение эффективности исследования |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| | |
|--|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|--|--|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-----------|----------------------------------|--|---------|------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент | Спицын Владислав Владимирович | Кандидат экономических наук, доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|--------|--------------------------|---------|------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 3-1Е32 | Петелин Максим Андреевич | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-1Е32 | Петелину Максиму Андреевичу |

| | | | |
|---------------------|--------------|------------------|--|
| Школа | ИШНКБ | Отделение | Контроля и диагностики |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление | 20.03.01 Техносферная безопасность |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|--|---|
| 1. Характеристика объекта исследования | Рабочая зона инженера цифровой печатной техники |
|--|---|

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|--|
| 1. Производственная безопасность | Анализ выявленных вредных производственных факторов (недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата рабочей зоны) Анализ выявленных опасных производственных факторов (загрязнение воздушной среды в рабочей зоне, электрический ток) |
| 2. Экологическая безопасность: | Утилизация отходов полиграфического производства. |
| 3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Пожарная безопасность |
| 4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: | - Постановление Правительства РФ от 25.02.2000 N 163 (ред. от 20.06.2011) "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет" - Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2001 №197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации» (ред. от 05.02.2018) |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-----------|-----------------|------------------------|---------|------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Ассистент | Мезенцева Ирина | | | |

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| | Леонидовна | | | |
|--|------------|--|--|--|

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| 3-1Е32 | Петелин Максим Андреевич | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 100 страницы, 5 рисунков, 14 таблиц, 24 источников.

Ключевые слова: опасные и вредные факторы при работе на установке получения водорода методом электролиза.

Объектом исследования является издательство национального исследовательского Томского политехнического университета.

Цель работы – тактика тушения пожаров в издательстве национального исследовательского Томского политехнического университета.

В процессе исследования проводились обзор литературных источников по данной проблеме, установления наилучшего обоснования теоретических положений риска в пожарной безопасности, исследование методики определения расчетных величин пожарного риска, анализ пожарной опасности объекта.

В результате исследования по методике были рассчитаны три сценария эвакуации людей при чрезвычайной ситуации , произведен анализ пожарной опасности объекта.

Список сокращений

ЧС – чрезвычайная ситуация;

РТП – руководитель тушения пожара;

ТПУ – Томский политехнический университет;

ОФП – опасные факторы пожара;

СП – свод правил;

НТИ – научно-технические исследования;

ППБ – правила пожарной безопасности;

ФЗ – федеральный закон;

ГОСТ – государственный стандарт;

СНиП – санитарные нормы и правила.

ПДК – предельно допустимая концентрация.

ССБТ – система стандартов безопасности труда.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 13 |
| 1. ПОНЯТИЕ ПОЖАРА | 16 |
| 1.1 Классификация пожаров | 16 |
| 1.2 Основные параметры пожара | 19 |
| 1.3 Функции рисков | 22 |
| 1.4 Понятия рисков. Виды рисков. | 23 |
| 1.4.1 Пожарный риск | 26 |
| 1.5 Опасные факторы пожара | 28 |
| 1.5.1 Концентрация токсичных веществ как фактор пожара | 29 |
| 2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН ПОЖАРНОГО РИСКА..... | 30 |
| 2.1 Методика расчета пожарного риска..... | 31 |
| 2.2 Эвакуация..... | 35 |
| 2.3 Расчет времени эвакуации..... | 36 |
| 3. АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА..... | 41 |
| 3.1 Система противопожарной защиты | 41 |
| 3.2 Определение критической продолжительности пожара для выбранной схемы его развития | 64 |
| 3.3 Расчёт пожарного риска | 69 |
| 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ..... | 71 |
| 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | 71 |
| 4.1.1 - SWOT-анализ | 71 |
| 4.1.2 - Диаграмма Исикава | 74 |
| 4.2 Планирование научно-исследовательских работ | 76 |
| 4.2.1 - Разработка графика проведения научного исследования | 76 |
| 4.2.2 – План проекта | 77 |
| 4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) | 80 |
| 4.3.1 – Расчет материальных затрат НТИ..... | 80 |

| | |
|---|----|
| 4.3.2 – Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ | 81 |
| 4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы | 81 |
| 4.3.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала | 83 |
| 4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды..... | 84 |
| 4.3.6 Накладные расходы | 84 |
| 4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта | 85 |
| 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ..... | 86 |
| Введение..... | 86 |
| 5.1 Производственная безопасность | 86 |
| 5.1.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов..... | 87 |
| 5.2 Экологическая безопасность..... | 93 |
| 5.2.1 Утилизация отходов полиграфического производства..... | 93 |
| 5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 94 |
| 5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 96 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 97 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 99 |

Введение

В настоящее время проблема частоты возникновения пожаров как в России, так и во всем мире требует ужесточения уже установленных правил и введение новых, которые бы обеспечили наибольшую безопасность нахождения людей в зданиях или помещениях. Учитываются все показатели, в том числе и материалы отделки, чтобы при возможном пожаре обеспечить полную эвакуацию людей и материальных ценностей.

Пожар - это неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества и государства. Пожар - комплекс физико-химических явлений с изменяющимися процессами горения, тепло-массообменна.

При возникновении пожара в жилом секторе, существует риск гибели или травмирования человека. Однако, чаще всего количество пострадавших, к сожалению, не ограничивается одним человеком. Как правило, риск гибели при пожаре связан с опасными факторами пожара, 71,2% которых, происходит из-за дыма.

Дым - это один из особо опасных факторов пожара. Вещества, которые входят в его состав могут быть настолько ядовитыми, что достаточно одного вдоха, и смерть наступает практически мгновенно. Концентрация особо опасных веществ в дыме напрямую зависит от продуктов горения и материала, из которого состоит здание.

На данный момент при проектировании зданий различного назначения особое внимание уделяется материалам, используемым в строительстве и дальнейшей отделке, для того чтобы снизить риск возникновения пожара, сократить выделения опасных веществ продуктов горения и повысить вероятность выживания людей непосредственно в результате пожара. Как мы знаем, вследствие задымления теряется видимость, что затрудняет процесс эвакуации людей, поэтому при сдаче объекта в эксплуатацию проводится тщательная проверка соблюдения всех требований нормативной

документации, где также прописаны те материалы, которые нужно использовать в зданиях и помещениях определенного назначения. Эти проверки не однократны. В процессе эксплуатации пожарная инспекция согласно графику проводит проверки на соответствия пожарным требованиям. Все это необходимо для снижения риска возникновения пожара и повышения вероятности выживания людей в условиях сложившейся чрезвычайной ситуации.

Актуальность работы обусловлена тем ущербом, который несет общество при пожарах в общественных зданиях, который нередко бывает необоснованно высоким.

Чтобы уменьшить величину пожарного риска, необходимо устранение причин возрастания риска, совершенствование технических систем и повышение профессионализма обслуживающего персонала.

В случае возникновения пожара, за борьбу и полную ликвидацию несет ответственность пожарная охрана, а непосредственным руководителем на пожаре является руководитель тушения пожара (далее - РТП). В процессе ликвидации пожара, РТП производится оценка эффективности возможных вариантов решений сложившейся ситуации. В результате оценки РТП выбирает один из этих вариантов и раздает указания.

Пожарная тактика как научная дисциплина на современном этапе призвана решать четыре основные задачи, тесно связанные между собой:

1. изучение закономерностей элементов обстановки на пожаре;
2. познание сущности боевых действий подразделений пожарной охраны и разработка эффективных способов и приемов спасания людей на пожарах;
3. выявление и обоснование наиболее целесообразных форм и методов организации тушения пожаров;
4. изыскание форм и методов по дальнейшему совершенствованию тактической и психологической подготовки личного состава подразделений и начальствующего состава пожарной охраны.

Становится понятно, подготовка личного состава подразделений совместно с гражданским населением по ведению действий при тушении пожаров, ведет к снижению пожарного риска, а значит и гибели людей, что указывает на актуальность выбранного направления.

Таким образом, *целью выпускной квалификационной работы* является тактика тушения пожаров и проведение аварийно-спасательных работ в издательстве ТПУ. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие *задачи*:

- 1) Обоснование теоретических положений риска в пожарной безопасности;
- 2) Методика определения расчетных величин пожарного риска;
- 3) Анализ пожарной опасности объекта.

Объектом исследования является цокольный и первый этаж издательства ТПУ, возможные пожароопасные ситуации, тушение пожара и риски, возникающие при эвакуации людей. Предмет исследования пожарные и социальные риски при возникновении ЧС.

Практическая новизна проведенной работы заключается в анализе путей эвакуации издательства ТПУ в сложившихся условиях производственной компоновки и численного заполнения посетителями.

1. ПОНЯТИЕ ПОЖАРА

Пожар представляет собой сложный физико-химический процесс, включающий помимо горения явления массо- и теплообмена, развивающееся во времени и в пространстве. Эти явления взаимосвязаны и характеризуются параметрами пожара: скоростью выгорания, температурой и т.д. и определяются рядом условий, многие из которых носят случайный характер.

Явления массо- и теплообмена называют общими явлениями, характерными для любого пожара, независимо от его размеров и места возникновения. Только ликвидация горения различными способами может привести к их прекращению. При пожаре процесс горения в течение достаточно большого промежутка времени не управляется человеком. Следствием этого процесса являются большие материальные потери.

Пожар сопровождается еще и социальными явлениями, наносящими обществу не только материальный, но и моральный ущерб. Гибель людей, термические травмы и отравления токсическими продуктами горения, возникновение паники на объектах с массовым пребыванием людей и т.п. – явления, происходящие на пожарах.

На пожарах происходят различные явления, взаимосвязанные друг с другом. Они протекают на общих физических и социально-экономических законов, характеризуются соответствующими параметрами, знание которых позволяет определить количественные характеристики каждого явления, необходимых для качественной оценки обстановки на пожаре и принятия решения на его тушение.

1.1 Классификация пожаров

По условиям массо- и теплообмена с окружающей средой все пожары разделены на две большие группы - на открытом пространстве и в ограждениях.

В зависимости от вида горящих материалов и веществ пожары разделены на классы А, В, С, D и подклассы А1, А2, В1, В2, D1, D2 и D3 (ст.8 ФЗ №123).

Таблица 1 - Классы пожаров. Характеристики

| Обозначение класса пожара | Характеристика класса | Обозначение подкласса | Характеристика подкласса |
|---------------------------|--|-----------------------|--|
| А | Горение твердых веществ | А1 | Горение твердых веществ, сопровождаемое тлением (например, дерева, бумаги, соломы, угля, текстильных изделий) |
| | | А2 | Горение твердых веществ, не сопровождаемое тлением (например, пластмассы) |
| В | Горение жидких веществ | В1 | Горение жидких веществ, не растворимых в воде (например, бензина, эфира, нефтяного топлива), а также сжижаемых твердых веществ (например, парафина) |
| | | В2 | Горение жидких веществ, растворимых в воде (например, спиртов, метанола, глицерина) |
| С | Горение газообразных веществ (например, бытовой газ, водопровод, пропан) | | |
| D | Горение металлов | D1 | Горение легких металлов, за исключением щелочных (например, алюминия, магния и их сплавов) |
| | | D2 | Горение щелочных и других подобных металлов (например, натрия, калия) |
| | | D3 | Горение металлосодержащих соединений (например, металлоорганических соединений, гидридов металлов) |

По признаку изменения площади горения пожары можно разделить на распространяющиеся и не распространяющиеся.

Классифицируются пожары по размерам и материальному ущербу, по продолжительности и другим признакам сходства и различия. Кроме того, в

классификации следует отдельно выделять группу пожаров на открытых пространствах - массовый пожар, под которым понимают совокупность отдельных и сплошных пожаров в населенных пунктах, крупных складах горючих материалов и на промышленных предприятиях. Под отдельным пожаром подразумевается пожар, возникающий в отдельном здании или сооружении. Одновременное интенсивное горение преобладающего числа зданий и сооружений на данном участке застройки принято называть сплошным пожаром. При слабом ветре или при его отсутствии массовый пожар может перейти в огневой шторм. Огневой шторм - особая форма пожара, характеризующаяся образованием единого турбулентного факела пламени с мощной конвективной колонкой восходящих потоков продуктов горения нагретого воздуха и притоком свежего воздуха к границам огневого шторма со скоростью не менее 14-15 м/с.

Пожары в ограждениях можно разделить на два вида: пожары, регулируемые воздухообменом и пожары, регулируемые пожарной нагрузкой.

Под пожарами, регулируемыми воздухообменом, понимают пожары, которые протекают при ограниченном содержании кислорода в газовой среде помещения и избытке горячих веществ и материалов. Содержание кислорода в помещении определяется условиями его вентиляции, т.е. площадью приточных отверстий или расходом воздуха, поступающего в помещение пожара с помощью механической систем вентиляции.

Под пожарами, регулируемыми пожарной нагрузкой, понимают пожары, которые протекают при избытке кислорода воздуха в помещении и развитие пожара зависит от пожарной нагрузки. Эти пожары по своим параметрам приближаются к пожарам на открытом пространстве.

По характеру воздействия на ограждения пожары подразделяются на локальные и объемные.

Локальные пожары характеризуются слабым тепловым воздействием на ограждения и развиваются при избытке воздуха, необходимого для

горения, и зависит от вида горючих веществ и материалов, их состояния и расположения в помещении.

Объемные пожары характеризуются интенсивным тепловым воздействием на ограждения. Для объемного пожара, регулируемого вентиляцией, характерно наличие между факелом пламени и поверхностью ограждения газовой прослойки из дымовых газов, процесс горения происходит при избытке кислорода воздуха и приближается к условиям горения на открытом пространстве. Для объемного пожара, регулируемого пожарной нагрузкой, характерно отсутствие газовой (дымовой) прослойки между пламенем и ограждением.

Объемные пожары в ограждениях принято называть открытыми пожарами, в локальные пожары, пожары, протекающие при закрытых дверных и оконных проемах - закрытыми.

Приведенная классификация пожаров по различным признакам сходства и различия являются условными, поскольку пожары могут в ходе своего развития переходить из одного класса, вида, группы в другой. Однако для практики тушения пожаров рассмотренная классификация необходима, так как позволяет определить способы и приемы прекращения горения, вид огнетушащего вещества, организацию боевых действий подразделений при тушении пожаров на данный момент развития пожара.

1.2 Основные параметры пожара

Для решения вопросов пожарной безопасности в рамках системы противопожарной защиты необходимо знать и уметь прогнозировать поведение пожара в процессе его развития в конкретных условиях, правильно оценивать обстановку на пожаре. Прогнозирование развития пожара предполагает использование методов расчета направлений и скоростей распространения горения, продолжительности развития пожара, изменений во времени температуры и компонентов газовой среды, интенсивности газообмена и других параметров пожара.

Каждый пожар представляет собой единственную в своем роде ситуацию, определяемую различными событиями и явлениями, носящими случайный характер, например, изменение направления и скорости ветра во время пожара и т.п. Поэтому точно предсказать развитие во всех деталях не представляется возможным. Однако пожары обладают общими закономерностями, что позволяет построить аналитическое описание общих явлений пожаров и их параметров.

Основные явления, сопровождающие пожар - это процессы горения, газо- и теплообмена. Они изменяются во времени, пространстве и характеризуются параметрами пожара. Пожар рассматривается как открытая термодинамическая система, обменивающаяся с окружающей средой веществами и энергией.

Процесс горения на пожаре горючих веществ и материалов представляет собой быстропротекающие химические реакции окисления и физические явления, без которых горение невозможно, сопровождающиеся выделением тепла и свечением раскаленных продуктов горения с образованием ламинарного или турбулентного диффузионного пламени.

Основными условиями горения являются: наличие горючего вещества, поступление окислителя в зону химических реакций и непрерывное выделение тепла, необходимого для поддержания горения.

Возникновение и распространение процесса горения по веществам и материалам происходит не сразу, а постепенно. Источник горения воздействует на горючее вещество, вызывает его нагревание, при этом в большей мере нагревается поверхностный слой, происходит активация поверхности, деструкция и испарение вещества и материала вследствие термических и физических процессов, образование аэрозольных смесей, состоящих из газообразных продуктов реакции и твердых частиц исходного вещества. Образовавшиеся газообразные продукты способны к дальнейшему экзотермическому превращению, а развитая поверхность прогретых твердых частиц горючего материала способствует интенсивности процесса его

разложения. Концентрация паров, газообразных продуктов деструкции испарения (для жидкостей) достигает критических значений, происходит воспламенение газообразных продуктов и твердых частиц вещества, материала. Горение этих продуктов приводит к выделению тепла, повышению температуры поверхности и увеличению концентрации горючих продуктов термического разложения станет не меньше скорости их окисления в зоне химической реакции горения. Тогда под воздействием тепла, выделяющегося в зоне горения, происходит разогрев, деструкция, испарение и воспламенение следующих участков горючих веществ и материалов.

К основным факторам, характеризующим возможное развитие процесса горения на пожаре, относятся: пожарная нагрузка, массовая скорость выгорания, линейная скорость распространения пламени по поверхности горящих материалов, интенсивность выделения тепла, температура пламени и др.

Под пожарной нагрузкой понимают количество теплоты, отнесенное к единице поверхности пола, которое может выделиться в помещении или здании при пожаре.

Пожарную нагрузку определяют, как сумму постоянной и временной пожарных нагрузок. В постоянную нагрузку включаются находящиеся в строительных конструкциях вещества и материалы, способные гореть. Во временную пожарную нагрузку включают вещества и материалы, обращающиеся на производстве, в том числе технологическое и санитарно-техническое оборудование, изоляция, материалы, находящиеся в расходных складах, мебель и другие, способные гореть. В общем под пожарной нагрузкой объекта понимают массу всех горючих и трудно горючих материалов, приходящихся на 1 м^2 площади пола помещения или площади, занимаемой этими материалами на открытой площадке.

Под скоростью выгорания понимают потерю массы материала (вещества) в единицу времени при горении.

Линейная скорость распространения горения представляет собой физическую величину, характеризующую поступательным движением фронта пламени в данном направлении в единицу времени. Она зависит от вида и природы горючих веществ и материалов, от начальной температуры, способности к воспламенению, интенсивности газообмена на пожаре, плотности теплового потока на поверхности вещества и материалов, и других факторов.

Под температурой пожара в ограждениях понимают среднеобъемную температуру газовой среды в помещении, под температурой пожара на открытых пространствах - температура пламени.

Одним из главных параметров, характеризующих процесс горения, является интенсивность выделения тепла на пожаре. Это величина, равная по значению теплу, выделяемому на пожаре за единицу времени.

Газовый обмен на пожаре - движение газообразных масс, вызванное выделением тепла при горении.

1.3 Функции рисков

Известно, что риску присущи стимулирующая и защитная функции. Стимулирующая функция имеет конструктивный и деструктивный аспекты. Защитная функция имеет два аспекта: историко-генетический, заключающийся в поиске средств защиты, и социально-правовой, что означает необходимость законодательного закрепления понятия «правомерность риска».

Определим основные *функции рисков*:

- 1) *Защитная* - проявляется в том, что для хозяйствующего субъекта риск это нормальное состояние, поэтому должно вырабатываться рациональное отношение к неудачам;
- 2) *Аналитическая* - наличие риска предполагает необходимость выбора одного из возможных вариантов правильного решения;

- 3) *Инновационная* - проявляются в стимулировании поиска нетрадиционных решений проблем;
- 4) *Регулятивная* - имеет противоречивый характер и выступает в двух формах: конструктивной и деструктивной.

Основной вопрос и задача современности состоит в повышении уровня безопасности. Очевидно, что для этой цели средства можно расходовать по трем направлениям:

1. Совершенствование технических систем и объектов;
2. Подготовка персонала;
3. Ликвидация последствий.

Становится понятно, что для обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности сегодня в полной мере нельзя опираться только на выполнение норм пожарной безопасности, необходимо также постоянная подготовка личного состава пожарных подразделений и населения на объектах, представляющие наиболее больший риск для здоровья и жизни людей.

1.4 Понятия рисков. Виды рисков

С каждым годом возрастают требования к пожарной безопасности зданий, помещений, сооружений. Многочисленные человеческие жертвы, пожары, приближающие планету к грани экологической катастрофы и приносящие убытки с уничтожением имущества - все это принуждает вносить изменения в законодательство, тем самым ужесточая уже имеющиеся стандарты.

В настоящее время, при составлении декларации о пожарной безопасности на объект, требуется производить полный расчет пожарных рисков. В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» пожарный риск - это мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей. В процессе расчетов выявляется доля индивидуального и

социального риска. Существуют допустимые значения риска, превышать которые запрещается. В случае превышения значения уровня опасности 1:1000000 в год, помещение или здание признается опасным, в связи с несоответствием правилам противопожарных норм.

Риск - характеристика ситуации, имеющей неопределённость исхода, при обязательном наличии неблагоприятных последствий, количественная оценка опасностей, определяется как частота одного события при наступлении другого.

Существует множество определений риска, рождённых в различных ситуационных контекстах и различными особенностями применений. С наиболее распространённой точки зрения, каждый риск в определенном смысле пропорционален как ожидаемым потерям, которые могут быть причинены рисковым событием, так и вероятности этого события. Различия в определениях риска зависят от контекста потерь, их оценки и измерения, когда же потери являются ясными и фиксированными, например, «человеческая жизнь», оценка риска фокусируется только на вероятности события (частоте события) и связанных с ним обстоятельств.

Статистический риск часто сводится к вероятности некоторого нежелательного события. Обычно вероятность такого события и некоторая оценка его ожидаемого вреда объединяется в один правдоподобный результат, который комбинирует набор вероятностей риска, сожаления и вознаграждения в ожидаемое значение для данного результата.

Риск (R) - количественная характеристика опасности, определяемая частотой реализации опасностей: это отношение числа случаев проявления опасности (n) к возможному числу случаев проявления опасности (N):

Существуют следующие *виды рисков*:

1) *Индивидуальный риск* - риск, характеризующийся опасностью для отдельного индивидуума, определяется по формуле:

$$r_i = \frac{n_i}{N_i + \Delta \tau} \text{ год},$$

где: n_i - количество пострадавших от i -го вида опасности, чел.;

N_i - количество подвергшихся i -му виду опасности, чел.;

$\Delta \tau$ - время, за которое произошли события, год.

Индивидуальный риск характеризует реализацию опасности определенного вида деятельности для конкретного индивидуума. Согласно ст. 79 ФЗ №123-ФЗ в настоящее время принято считать, что для действия техногенных опасностей в целом индивидуальный риск считается приемлемым, если его величина не превышает 10^{-6} год⁻¹ при размещении человека в наиболее удаленной от выхода из здания точке.

2) *Коллективный риск (групповой, социальный)* - это риск проявления опасности того или иного вида для коллектива, группы людей, для определенной социальной или профессиональной группы людей, рассчитывающийся по формуле:

$$r_{n,i} = \sum_{i=1}^n r_i^n,$$

где: n - количество людей в группе.

Коллективный риск это - травмирование или гибель двух и более человек от опасных факторов.

3) *Приемлемый (допустимый) риск* - это такая минимальная величина риска, которая достижима по техническим, экономическим и технологическим возможностям. Приемлемый риск представляет собой некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями его достижения. Величина этого риска зависит от вида отрасли производства, профессии, вида негативного фактора, которым он определяется. Величина его может быть договорная, нормируемая и узаконенная.

Достижение некоторого приемлемого индекса вреда риска является, по мнению специалистов в области безопасности труда, не только оценкой безопасности в какой-то одной определенной отрасли, но и для оценки изменения этого уровня безопасности со временем и при различных условиях труда. Приемлемый риск - это такой низкий уровень смертности,

травматизма или инвалидности людей, который не влияет на экономические показатели предприятия, отрасли экономики или государства. Необходимость формирования концепции приемлемого риска обусловлена невозможностью создания абсолютно безопасной деятельности.

Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями её достижения.

4) *Профессиональный риск* - это риск, связанный с профессиональной деятельностью человека. Значение риска от конкретной опасности можно получить из статистики несчастных случаев за различные промежутки времени, которые могут быть реализованы в форме травм или заболеваний только в том случае, если зона формирования опасности (ноксосфера) пересекается с зоной деятельности человека (гомосфера).

В настоящее время по международной договоренности принято считать, что воздействие техногенных опасностей должно определяться в пределах от 10 до 10 смертельных случаев человек в год, а величина 10 является максимально приемлемым уровнем индивидуального риска.

1.4.1 Пожарный риск

Как отмечено выше, риск - это вероятность причинения вреда жизни и здоровью людей, нанесения ущерба имуществу и окружающей среде в результате возникновения чрезвычайной ситуации техногенного характера, пожара, аварии и инцидента.

В Федеральном законе от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» в ст. 6 прописаны «условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности». В соответствии с условиями, пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом.

Пожарный риск - мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей, а

допустимый пожарный риск - соответственно уровень риска, который допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий.

В настоящее время по международной договоренности принято считать, что действие техногенных опасностей (технический риск) должно находиться в пределах от 10^{-7} до 10^{-6} (1/год⁻¹), а величина 10^{-6} является максимально приемлемым уровнем индивидуального риска. В национальных правилах эта величина используется для оценки пожарной безопасности. Но Брушлинский Н.Н., в 2002 году писал, что риск R_1 для человека столкнуться с пожаром за год составляет $1,2 \cdot 10^{-3}$ (пожар/человек), а риск R_2 для человека погибнуть при пожаре в течение года равен $1,2 \cdot 10^{-5}$ (жертва/человек).

В случае производственных аварий, пожаров, в целях спасения людей и материальных ценностей человеку приходится идти на риск, превышающий приемлемый. В этом случае риск считается обоснованным (мотивированным). Для ряда опасных факторов, например, возникающих в случае радиационных аварий, установлены величины мотивированного риска, превышающего приемлемый риск - «планируемое повышенное облучение», допускаемое в исключительных случаях для лиц, участвующих в ликвидации последствий радиационных аварий.

Безопасность - это состояние деятельности, при которой в определенной вероятностью исключаются потенциальные опасности, влияющие на здоровье человека. Для обеспечения безопасности конкретной производственной деятельности должны быть выполнены следующие три условия:

- 1) осуществляется детальный анализ опасностей, формируемых в изучаемой деятельности;
- 2) разрабатываются эффективные меры защиты человека и среды обитания от выявленных опасностей;
- 3) разрабатываются эффективные меры защиты от остаточного риска данной деятельности.

На уровень пожарного риска влияют:

- вероятность возникновения пожара в здании;
- вероятность присутствия людей в здании;
- вероятность выживания людей при пожаре;
- вероятность эвакуации людей при пожаре;
- вероятность срабатывания системы автоматического пожаротушения при пожаре.

Эта группа требований имеет значение для периода нормальной работы объекта. Возникает вопрос - как быть с нарушениями, которые встречаются и в настоящее время? Здесь возлагается ответственность на противопожарную службу, которая может организовать процесс спасения людей или снижение концентрации отравляющих веществ путём регуляции газообмена.

Последствия для материальных ценностей в результате пожара - это полное уничтожение конструкций здания в результате пожара, а также частичное уничтожение конструкций здания в результате пожара.

Последствия для экологии наблюдаются в виде малого или значительного ущерба окружающей среде.

Риском для людей при возникновении пожара являются проявление его опасных факторов.

1.5 Опасные факторы пожара

Опасные факторы пожара (ОФП) - это такие факторы, которые при пожаре могут привести к травмам, отравлениям и даже гибели людей, а также к повреждению имущества и материальному ущербу.

Основными факторами пожара являются искра и пламя, повышенная температура, дым, пониженная концентрация кислорода, концентрация токсичных веществ.

К вторичным проявлениям опасных факторов пожара, воздействующим на людей и материальные ценности, относятся осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок; электрический ток, возникший в

результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов.

При пожаре выделяются газообразные, жидкие и твердые вещества. Их называют продуктами горения, т. е. веществами, образовавшимися в результате горения.

1.5.1 Концентрация токсичных веществ как фактор пожара

Опасным фактором пожара наряду с перечисленными является повышенная концентрация токсичных продуктов термического разложения и горения. Из токсичных продуктов горения наиболее опасными является оксид углерода. Оксид углерода вступает в реакцию с гемоглобином крови, что приводит к интоксикации и летальному исходу.

В соответствии с ФЗ №123 статьей 6 расчет риска необходим и производится при отступлении от обязательных требований пожарной безопасности, установленные федеральными законами о технических регламентах.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации №87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" от 16 февраля 2008 г. (п. 26) расчет пожарного риска также производится при разработке раздела противопожарных мероприятий в случае отступления от требований нормативных документов по пожарной безопасности.

Кроме того, расчеты пожарных рисков производятся при составлении декларации пожарной безопасности (Ст.6 ФЗ №123).

Расчет ОФП устанавливает динамику развитие пожара, до той стадии, когда будет достигнуто предельно допустимое значение ОФП (значение ОФП, при котором его воздействие не представляет угрозы здоровью человека и угрозы ущерба имуществу).

Таблица 2 - Недопустимые значений ОФП

| Опасный фактор пожара | Его критические (недопустимые) значения |
|------------------------------|--|
|------------------------------|--|

| | |
|-----------------------------------|---|
| Интенсивность теплового излучения | более 7,0 кВт/м ² |
| Температура | более 70 градусов Цельсия |
| Минимальная видимость | менее 20м |
| Концентрация CO ₂ | более 0.11 кг/м ³ |
| Концентрация CO | более 1.16·10 ⁻³ кг/м ³ |
| Концентрация HCL | более 2,3·10 ⁻⁷ кг/м ³ |
| Концентрация O ₂ | менее 15% |

Расчет опасных факторов пожара необходимы для вычисления времени эвакуации и расчетов пожарного риска. Превышение риска над нормативными значениями ведет к отрицательным последствиям в форме возрастания пожарной опасности.

Гибель людей от опасных факторов пожара чаще происходит в жилых и общественных зданиях. К большим материальным потерям и человеческим жертвам приводят крупные пожары.

В основном, гибель людей происходит на ранних стадиях развития пожара преимущественно от удушья. Рост числа пожаров, величина материального ущерба и человеческих жертв определяется концентрацией производства, созданием новых, опасных в пожарном отношении технологий, увеличением плотности населения, уровнем оснащённости пожарных частей, несвоевременностью принятия мер и т.д.

2 Методика определения развивающейся расчетных величин системы пожарного риска

Величины пожарного риска определяются в соответствии с Приказом № 369 от 30 июня 2009 года «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». Настоящая методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (далее - Методика) устанавливает порядок определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях (далее –

здание) и распространяется на здания классов функциональной пожарной опасности Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5.

Правила отнесения зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков к классам по конструктивной пожарной опасности определяются в нормативных документах по пожарной безопасности.

Расчеты по оценке пожарного риска проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с нормативным значением пожарного риска, установленного Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее - Технический регламент).

Определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании:

- а) анализа пожарной опасности зданий;
- б) определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;
- в) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- г) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- д) наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий.

Определение расчетных величин пожарного риска заключается в расчете индивидуального пожарного риска для жильцов, персонала и посетителей в здании. Численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара на человека, находящегося в здании.

Частота воздействия опасных факторов пожара определяется для пожароопасной ситуации, которая характеризуется наибольшей опасностью для жизни и здоровья людей, находящихся в здании.

Для целей настоящей методики используются основные понятия, установленные статьей 2 Технического регламента.

2.1 Методика расчета пожарного риска

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_B \leq Q_B^H, \quad (1)$$

где: Q_B^H - нормативное значение индивидуального пожарного риска,

$$Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1};$$

Q_B - расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска Q_B в каждом здании рассчитывается по формуле:

$$Q_B = Q_{\Pi} \cdot (1 - R_{A.\Pi}) \cdot P_{\Pi P} \cdot (1 - P_{\mathcal{E}}) \cdot (1 - P_{\Pi.3}), \quad (2)$$

Где: Q_{Π} - частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных. При наличии данных о количестве людей в здании необходимо использовать уточненную оценку, а при их отсутствии – оценку в расчете на одно учреждение. При отсутствии статистической информации допускается принимать $Q_{\Pi} = 4 \cdot 10^{-2}$ для каждого здания. Оценку частотных характеристик возникновения пожара также допускается выполнять исходя из статистических данных;

$R_{A.\Pi}$ - вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения (далее – АУПТ). Значение параметра $R_{A.\Pi}$ определяется технической надежностью элементов АУПТ, приводимых в технической документации. При отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать $R_{A.\Pi} = 0,9$. При отсутствии в здании систем автоматического пожаротушения $R_{A.\Pi}$ принимается равной нулю;

$P_{\Pi P}$ - вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения $P_{\Pi P} = t_{\text{функц}}/24$, где $t_{\text{функц}}$ – время нахождения людей в здании в часах;

$P_{\mathcal{E}}$ - вероятность эвакуации людей;

$P_{П.3}$ - вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Вероятность эвакуации $P_{Э}$ рассчитывают по формуле:

$$P_{Э} = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot t_{\text{бл}} - t_p}{t_{\text{нэ}}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} < t_p + t_{\text{нэ}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин;} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{\text{нэ}} \leq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин;} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ или } t_{\text{ск}} > 6 \text{ мин;} \end{cases}, \quad (3)$$

где: t_p - расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_{\text{нэ}}$ - время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин;

$t_{\text{бл}}$ - время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин;

$t_{\text{ск}}$ - время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5).

Расчетное время эвакуации людей t_p из помещений и зданий определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу одним из следующих способов, описанных в приложениях рассматриваемой методики:

1. По упрощенной аналитической модели движения людского потока;
2. По математической модели индивидуально-поточного движения людей из здания;
3. По имитационно-стохастической модели движения людских потоков.

Выбор способа определения расчетного времени эвакуации производится с учетом специфических особенностей объемно-планировочных решений здания, а также особенностей контингента (его однородности) людей, находящихся в нем.

При определении расчетного времени эвакуации учитываются данные и принципы составления расчетной схемы эвакуации людей, параметры движения людей различных групп мобильности, а также значения площадей горизонтальных проекций различных контингентов людей.

При проведении расчетов следует также учитывать, что при наличии двух и более эвакуационных выходов общая пропускная способность всех выходов, кроме каждого одного из них, должна обеспечить безопасную эвакуацию всех людей, находящихся в помещении, на этаже или в здании.

Время начала эвакуации $t_{нэ}$ определяется в соответствии с данными в таблице, приложенной к настоящей методики.

Время блокирования путей эвакуации $t_{бл}$ вычисляется путем расчета времени достижения ОФП предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени.

Вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты $P_{пз}$, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей, рассчитывается по формуле:

$$P_{пз} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{совэ}) \cdot (1 - R_{обн} \cdot R_{плз}), \quad (4)$$

где: $R_{обн}$ – вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации. Значение параметра $R_{обн}$ определяется технической надежностью элементов системы пожарной сигнализации, приводимых в технической документации. При отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать $R_{обн} = 0,8$;

$R_{совэ}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

$R_{ПДЗ}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы противоподымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации.

2.2 Эвакуация

Эвакуация людей - процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара (ФЗ №123, ст. 2). Целью эвакуации людей из горящего здания является спасение людей и материальных ценностей. *Спасение* представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или при возникновении непосредственной угрозы этого воздействия. Спасение осуществляется самостоятельно, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, в том числе с использованием спасательных средств, через эвакуационные и аварийные выходы. Эвакуация осуществляется по эвакуационным путям. *Путь эвакуации* - последовательность коммуникационных участков, ведущих от мест пребывания людей в безопасную зону. Такой путь должен быть защищен требуемым нормами комплексом объемно-планировочных, эргономических, конструктивных и инженерно-технических решений, а также организационных мероприятий. *Эвакуационный выход* - выход на путь эвакуации ведущий в безопасную при пожаре зону и отвечающий требованиям безопасности.

Эвакуации в настоящее время уделяют значительное внимание. Перед сдачей здания или помещения в эксплуатацию проводится тщательная проверка всех расчетов и соответствие результатов расчетов по эвакуации установленным значениям.

Общие требования к эвакуационным путям и эвакуационным выходам содержатся в СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы», СП 3.13130.2009 «Системы

противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».

2.2.1 Расчет времени эвакуации

Продолжительность эвакуации людей до выхода наружу из здания определяют по протяженности путей эвакуации и пропускной способности дверей и лестниц. Расчет ведется для условий, что на путях эвакуации плотности потоков равномерны и достигают максимальных значений.

Согласно ГОСТ 12.1.004–91 (приложение 2, п. 2.4), общее время эвакуации людей складывается из интервала «времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей», $t_{нэ}$, и расчетного времени эвакуации, t_p , которое представляет собой сумму времени движения людского потока по отдельным участкам, его маршрута от места нахождения людей в момент начала эвакуации до эвакуационных выходов из помещения, с этажа, из здания.

Необходимость учета времени начала эвакуации впервые в нашей стране установлена ГОСТ 12.1.004–91 [6]. Исследования, проведенные в различных странах, показали, что при получении сигнала о пожаре, человек будет исследовать ситуацию, оповещать о пожаре, пытаться бороться с огнем, собирать вещи, оказывать помощь и т.п. Среднее значение время задержки начала эвакуации (при наличии системы оповещения) может быть невысоким, но может достигать и относительно высоких значений.

Ввиду того, что продолжительность этого этапа, существенно влияет на общее время эвакуации, очень важно знать, какие факторы определяют его величину (следует иметь в виду, что большинство этих факторов также будут влиять на протяжении всего процесса эвакуации). Опираясь на существующие работы в этой области, можно выделить следующие факторы:

- состояние человека (устойчивые факторы - ограничение органов чувств, физические ограничения; временные факторы - сон/бодрствование, усталость, стресс);
- система оповещения;

- действия персонала;
- социальные и родственные связи человека;
- противопожарный тренинг и обучение;
- тип здания.

Расчетное время эвакуации людей t_p следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути t_i :

$$t_p = t_{н.э} + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i; \quad (5)$$

где: $t_{н.э}$ – время задержки начала эвакуации;

t_1, t_2, t_3, t_i – время движения людского потока на первом и каждом из следующих после первого участкам пути, мин.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной L , и шириной δ_j . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п.

При определении расчетного времени длина и ширина каждого участка пути эвакуации принимаются по проекту. Длина пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7 м, а также тамбур следует считать самостоятельным участком горизонтального пути, имеющим конечную длину.

Время движения людского потока по первому участку пути (t_1), мин, вычисляют по формуле:

$$t_1 = \frac{L_1}{V_1}; \quad (6)$$

где: L_1 – длина первого участка пути, м;

V_1 – значение скорости движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, определяется в зависимости от относительной плотности людского потока $D, м^2/м^2$.

Плотность людского потока (D) на первом участке пути, $м/м$, вычисляют по формуле:

$$D = \frac{N_1 \cdot f}{L_1 \cdot b_1}; \quad (7)$$

где: N_1 – число людей на первом участке, чел.;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая по таблице 4, $м^2/чел.$;

Таблица 3 - Площадь проекции человека

| Характеристика движущегося человека | Значение, $м^2/чел.$ |
|-------------------------------------|----------------------|
| Взрослый человек в домашней одежде | 0,1 |
| Взрослый человек в зимней одежде | 0,125 |
| Взрослый с ребенком на руках | 0,26 |
| Взрослый с сумкой | 0,16 |
| Взрослый с чемоданом | 0,35 |
| Подросток | 0,07 |

L_1 и δ_1 – длина и ширина первого участка пути, $м$.

Скорость V_1 движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимается по таблице 4.

Таблица 4 - Зависимость скорости и интенсивности движения от плотности людского потока

| Плотность потока D , | Ошибки! путь | | Дверной проем | Лестница вниз | | Лестница вверх | |
|---------------------------|--------------|------|------------------|---------------|------|----------------|------|
| | V | $q>$ | | $V,$ | $q,$ | $V,$ | $q,$ |
| 0,01 | 100 | 1,0 | 1,0 | 100 | 1,0 | 60 | 0,6 |
| 0,05 | 100 | 5,0 | 5,0 | 100 | 5,0 | 60 | 3,0 |
| 0,1 | 80 | 8,0 | 8,7 | 95 | 9,5 | 53 | 5,3 |
| 0,2 | 60 | 12,0 | 13,4 | 68 | 13,6 | 40 | 8,0 |
| 0,3 | 47 | 14,1 | 15,6 | 52 | 16,6 | 32 | 9,6 |
| 0,4 | 40 | 16,0 | 18,4 | 40 | 16,0 | 26 | 10,4 |
| 0,5 | 33 | 16,5 | 19,6 | 31 | 15,6 | 22 | 11,0 |

| | | | | | | | |
|-------------|----|------|------|----|------|----|------|
| 0,6 | 27 | 16,2 | 19,0 | 24 | 14,4 | 18 | 10,6 |
| 0,7 | 23 | 16,1 | 18,5 | 18 | 12,6 | 15 | 10,5 |
| 0,8 | 19 | 15,2 | 17,3 | 13 | 10,4 | 10 | 10,0 |
| 0,9 и более | 15 | 13,5 | 8,5 | 10 | 7,2 | 8 | 9,9 |

Примечание. Табличное значение интенсивности движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более, равное 8,5 м/мин, установлено для дверного проема шириной 1,6 м и более.

Скорость принимается в зависимости от значения интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которое вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}; \quad (8)$$

где: δ_i и δ_{i-1} – ширина рассматриваемого i -го и предшествующего ему участка пути, м;

q_i и q_{i-1} – значения интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i -му- и -предшествующему- -пути, - м/мин.

Если значение q_i , определяемое по формуле 8 меньше или равно значению q_{max} , то время движения по участку пути - t_i в минуту: при этом значения q_{max} , м/мин, следует принимать по таблице интенсивности движения людей.

Таблица 5 - Интенсивность движения людей

| Вид пути | Интенсивность движения, м/мин |
|----------------|-------------------------------|
| горизонтальный | 16,5 |
| проем | 19,6 |
| лестница вниз | 16 |
| лестница вверх | 11 |

Если значение q_i определенное по 8 больше q_{max} , то ширину δ_j данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие:

$$q_i \leq q_{max}; \quad (9)$$

При невозможности выполнения условия 9 интенсивность и скорость движения людского потока по участку пути i определяют по зависимости скорости и интенсивности движения от плотности людского потока при значении $D = 0,9$ и более. При этом должно учитываться время задержки движения людей из-за образовавшегося скопления.

При слиянии вначале участка i двух и более людских потоков интенсивность движения q_i , м/мин, вычисляют по формуле:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}; \quad (10)$$

где: q_{i-1} - интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка, м/мин;

δ_{i-1} – ширина участков пути слияния, м;

δ_i – ширина рассматриваемого участка пути, м.

Если значение q_i больше q_{max} , то ширину δ_i - данного участка пути следует увеличивать на такую величину, чтобы соблюдалось условие $q_i \leq q_{max}$.

Интенсивность движения в дверном проеме шириной менее 1,6 м определяется по формуле:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot \delta; \quad (11)$$

где: δ - -проема, м.

Время движения через проем определяется как частное деления количества людей в потоке на пропускную способность проема:

$$q_d = \frac{N \cdot f}{q \cdot \delta}. \quad (12)$$

3 Анализ пожарной опасности объекта

Издательство Национально-исследовательского Томского Политехнического Университета (далее Издательство НИ ТПУ) располагается в одном здании по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

Фундамент здания – бутовый, наружные стены кирпичные, кровля битумная; перекрытия бетонные, внутренние стены и перегородки кирпичные, деревянные. Внутренняя отделка стен: окраска по штукатурке, евро-панели, евро-отделка. Горючие материалы в отделке помещений: дерево, линолеум, пластик.

3.1 Определение расчетного времени эвакуации людей из издательства ТПУ.

В последнее время часто рассчитывают время эвакуации и время наступления предельных значений опасных факторов пожара, не учитывая время года, день недели, время суток и состояние пострадавших. Как чаще всего бывает на пожаре, люди не готовы к мгновенным действиям, так как начинают паниковать, собирать вещи, некоторые входят в состояние так называемого «ступора».

Довольно часто пожары происходят днем, но даже светлое время суток не всегда дает полную уверенность в благополучную эвакуацию людей. Не хватает пожарных расчетов и спецтехники для эвакуации пострадавших, что затягивает весь ход событий.

Таблица 6 - Назначение и пожарная нагрузка помещений цокольного этажа Издательства.

| № помещения по плану | Назначение помещения | Основные составляющие пожарной нагрузки | Площадь, кв.м | | | Объем пожарной нагрузки, кв.м |
|----------------------|----------------------|---|---------------|----------|-----------------|-------------------------------|
| | | | общая | основная | вспомогательная | |
| 1 | Склад №1 | Деревянный стол, 2 | 14 | 14 м2 | | |

| | | | | | | |
|---|--|---|----------|-------|--|--|
| | | стеллажа из металлического каркаса | м2 | | | |
| 2 | Помещение ризографии | Металлические шкафы с бумагой Стол, компьютер, шкаф из МДФ панелей | 19 м2 | 19 м2 | | |
| 3 | Склад №2 | 2 стеллажа из металлического каркаса, металлический шкаф | 14 м2 | 14 м2 | | |
| 4 | Помещение цифровой печати | Металлические шкафы с бумагой Стол, компьютер, металлический стеллаж с готовой продукцией, цифровая печатная техника | 60 м2 | 60 м2 | | |
| 5 | Комната термоклеев ого переплета | Термоклеевое оборудование, ламинатор. Столы, шкафы из МДФ. | 38 м2 | 38 м2 | | |
| 6 | Комната листоподбо рочной техники | Копипровальный аппарат, металлический шкаф с бумагой, столы. | 16 м2 | 16 м2 | | |
| 7 | Неиспользу емое служебное помещение | Распределительный электрический шкаф | 14 м2 | 14 м2 | | |
| 8 | Неиспользу емое служебное помещение | - | 12 м2 | 12 м2 | | |

Таблица 7 - Назначение и пожарная нагрузка помещений цокольного
этажа Издательства.

| № помещения по | Назначение помещения | Основные составляющие пожарной нагрузки | Площадь, кв.м | | | Объем пожарной нагрузки, кв.м |
|----------------|--|---|---------------|----------|-----------------|-------------------------------|
| | | | общая | основная | вспомогательная | |
| 1 | Комната 140а (отдел интернет-коммуникаций) | Мебель из МДФ панелей, компьютеры | 40 м2 | 40 м2 | | |
| 2 | Комната 140б (редакция газеты «За кадры») | Мебель из МДФ панелей, компьютеры | 40 м2 | 40 м2 | | |
| 3 | Комната 138а (программисты) | Мебель из МДФ панелей, компьютеры, шкафы с литературой | 18 м2 | 18 м2 | | |
| 4 | Комната 138б (зам. директора) | Мебель из МДФ панелей, компьютеры, шкафы с литературой | 18 м2 | 18 м2 | | |
| 5 | Кабинет директора | Мебель из МДФ панелей, компьютеры, шкафы с литературой | 15 м2 | 15 м2 | | |
| 6 | Комната 139а | Мебель из МДФ панелей, компьютеры, стеновые панели, шкафы с документацией | 12 м2 | 12 м2 | | |
| 7 | Комната 139б | Мебель из МДФ панелей, компьютеры, шкафы с литературой | 10 м2 | 10 м2 | | |
| 8 | Комната | Мебель из МДФ | 10 | 10 м2 | | |

| | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--|----|--|--|--|
| | 139в Главный редактор «Известий ТПУ» | панелей, компьютеры, шкафы с документацией | м2 | | | |
|--|--------------------------------------|--|----|--|--|--|

Итого по цокольному и 1 этажу издательства: общая площадь цокольного этажа 180 м2, объем пожарной нагрузки на цокольном этаже 158 м2, а на первом 163 м2 . Основными составляющими пожарной нагрузки является бумага на стеллажах (стеллажи из железного каркаса или деревянные), мебель (деревянные столы, стулья, шкафы, диваны), евроотделка и электрооборудование (компьютеры).

Целью расчета является определение времени, в течение которого люди в случае пожара смогут покинуть цокольный и первый этажи, где произошло возгорание. При этом расчётное время эвакуации людей из помещения (тр, мин.) устанавливается по расчёту времени движения одного или нескольких людских потоков от наиболее удалённого места расположения людей через эвакуационные проходы к ближайшему эвакуационному выходу. Расчет проводится по трем сценариям.

Сценарий 1. Пожар произошел в помещении 140 б на первом этаже из-за замыкания блока компьютера. Люди эвакуируются к эвакуационному выходу, а также через окна (рисунок 2). Расстояние наиболее удаленной точки от эвакуационного выхода 25 м. Количество людей, находящихся в эвакуируемых помещениях 20 человека (рабочий персонал).

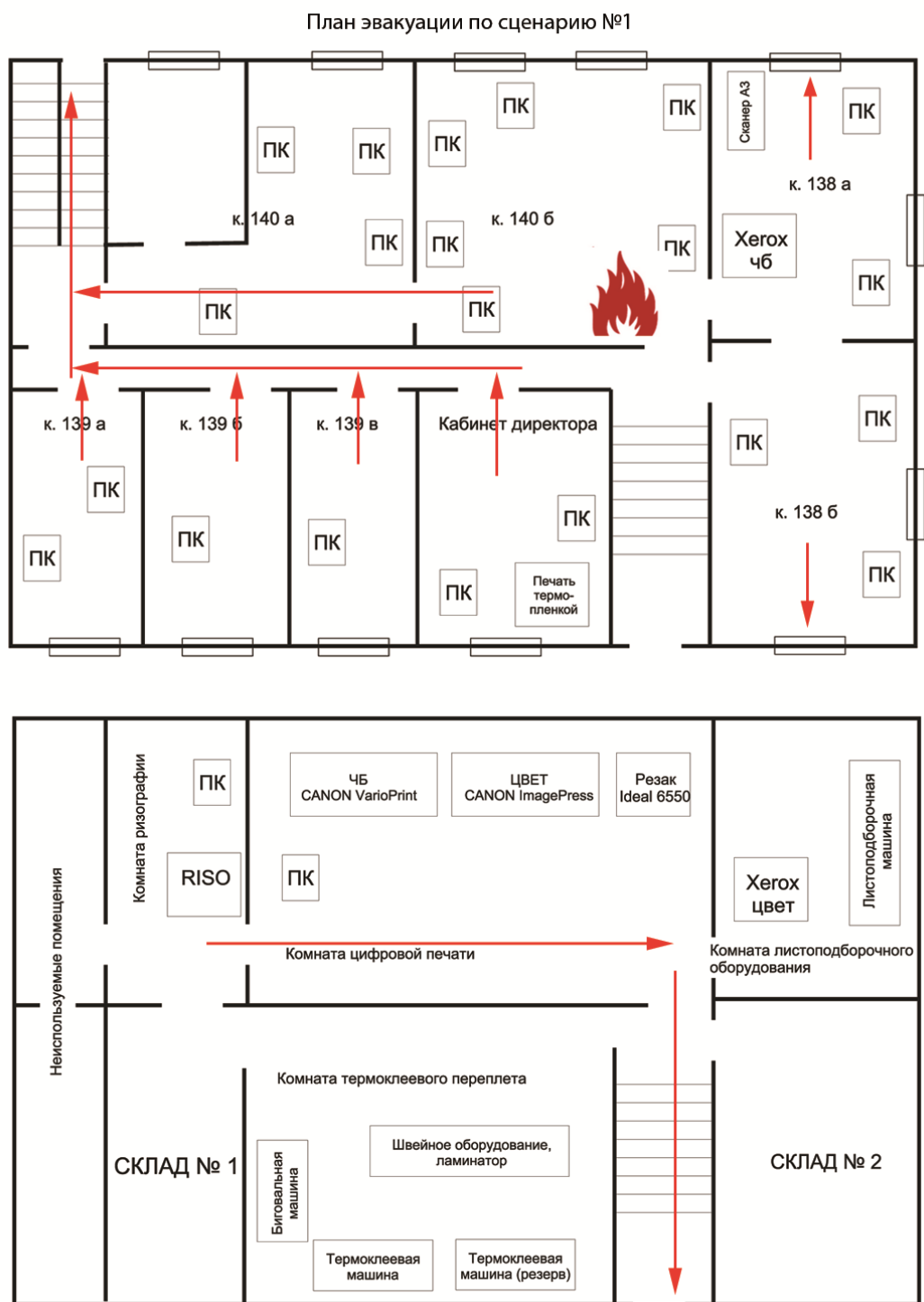


Рисунок 1 - Пути эвакуации для сценария №1

Расчет для первого потока:

Начальный (первый) участок (дверной проём) $N_1=4$ - количество человек на участке; $l_1=7$ - длина участка, м; $\delta_1=2$ — ширина начального участка, м;

$f = 0,16 \text{ м}^2/\text{чел}$ - средняя площадь проекции человека таблица 4 (п 2.4 прил.2 ГОСТ 12.1.004- 91).

Определяем плотность людского потока:

$$D_1 = \frac{N_1 * f}{l_1 * \delta_1} = \frac{4 * 0,16}{7 * 2} = 0,034 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_1=5 \text{ м/мин}$, $V_1= 100 \text{ м/мин}$.

При $q_1=5 \text{ м/мин} < q_{\text{max}}=19,6 \text{ м/мин}$ - людской поток движется без задержек, где q_{max} – максимальное значение интенсивности движения людского потока для горизонтальных путей таблица 6 (п 2.4 прил.2 ГОСТ 12.1.004- 91).

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1} = \frac{7}{100} = 0,07 \text{ мин.}$$

Второй участок (слияние с потоком 1): $N_2=4+3=7 \text{ чел.}$, $l_2=5 \text{ м.}$, $\delta_2=2 \text{ м.}$

Определяем плотность людского потока:

$$D_2 = \frac{N_2 * f}{l_2 * \delta_2} = \frac{7 * 0,16}{5 * 2} = 0,13 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_2=8,7 \text{ м/мин}$, $V_2=80 \text{ м/мин}$. Отсюда, выполняется условие: $q_2=8,7 \text{ м/мин} < q_{\text{max}}=19,6 \text{ м/мин}$, поэтому людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на втором участке:

$$t_2 = \frac{l_2}{V_2} = \frac{5}{80} = 0,06 \text{ мин.}$$

Третий участок (слияние людских потоков направления 1,2): $N_3 = 4+3+1=8$ чел., $l_3 = 20$ м., $\delta_3 = 2$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_3 = \frac{N_3 * f}{l_3 * \delta_3} = \frac{12 * 0,16}{20 * 2} = 0,048 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

Условие $q_3=16$ м/мин $< q_{\max}=16,5$ м/мин – выполняется, людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на третьем участке:

$$t_3 = \frac{l_3}{V_3} = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ мин.}$$

Четвертый участок (окно): $N_4=2$ чел., $l_4=3$ м., $\delta_4=2$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_4 = \frac{N_4 * f}{l_4 * \delta_4} = \frac{2 * 0,16}{3 * 2} = 0,053 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_4=16$ м/мин, $V_4=33$ м/мин. Условие $q_4=16,5 < q_{\max}=19,6$ м/мин – выполняется, движение к эвакуационному выходу проходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_4 = \frac{l_4}{V_4} = \frac{3}{33} = 0,1 \text{ мин.}$$

Пятый участок (окно): $N_5=3$ чел., $l_5=3$ м., $\delta_5=2$ м.

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_5 = \frac{N_5 * f}{l_5 * \delta_5} = \frac{3 * 0,16}{3 * 2} = 0,08 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_5=17,3$ м/мин, $V_5=19,6$ м/мин. Проверяем условие: $q_5=17,3 < q_{max}=19,5$ м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_5 = \frac{l_5}{V_5} = \frac{3}{80} = 0,04 \text{ мин.}$$

Шестой участок : $N_6=2$ чел., $l_6=25$ м., $\delta_6=1,6$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_6 = \frac{N_6 * f}{l_6 * \delta_6} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_6=1$ м/мин, $V_6=100$ м/мин. Проверяем условие: $q_6=1 < q_{max}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_6 = \frac{l_6}{V_6} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Седьмой участок (слияние с потоком 6) : $N_7=2+1=3$ чел., $l_7=25$ м., $\delta_7=1,6$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_7 = \frac{N_7 * f}{l_7 * \delta_7} = \frac{3 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_7=1$ м/мин, $V_7=100$ м/мин.

Проверяем условие: $q_7=1 < q_{max}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_7 = \frac{l_7}{V_7} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Восьмой участок (слияние с потоком 6, 7): $N_8=2+1+1=4$ чел., $l_8 = 25$ м., $\delta_8=1,6$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_8 = \frac{N_8 * f}{l_8 * \delta_8} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_8=1$ м/мин, $V_8=100$ м/мин. Проверяем условие: $q_8=1 < q_{max}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_8 = \frac{l_8}{V_8} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Девятый участок (слияние с потоком 6, 7, 8): $N_9 = 2+1+1+1=5$ чел., $l_9 = 25$ м., $\delta_9=1,6$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_9 = \frac{N_9 * f}{l_9 * \delta_9} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_9=1$ м/мин, $V_9=100$ м/мин. Проверяем условие: $q_9=1 < q_{max}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_9 = \frac{l_9}{V_9} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Десятый участок : $N_{10} = 1$ чел., $l_{10}=13$ м., $\delta_{10}=2$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_{10} = \frac{N_{10} * f}{l_{10} * \delta_{10}} = \frac{14 * 0,16}{13 * 2} = 0,086 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_{10}=8,7$ м/мин, $V_{10}= 80$ м/мин.
 $q_{10}=8,7 < q_{\max}=16$ м/мин – движение людей к эвакуационному выходу происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_{10} = \frac{l_{10}}{V_{10}} = \frac{13}{80} = 0,16 \text{ мин.}$$

Одинадцатый участок (слияние с потоком 10): $N_{11} = 1+1=2$ чел., $l_{11}=13$ м., $\delta_{11}=2$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_{11} = \frac{N_{11} * f}{l_{11} * \delta_{11}} = \frac{14 * 0,16}{13 * 2} = 0,086 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_{11}=8,7$ м/мин, $V_{11}= 80$ м/мин.
 $q_{11}=8,7 < q_{\max}=16$ м/мин – движение людей к эвакуационному выходу происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_{11} = \frac{l_{11}}{V_{11}} = \frac{13}{80} = 0,16 \text{ мин.}$$

Определяем расчетное время эвакуации людей из помещений первого этажа по сценарию №1: $t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} = 0,07 + 0,06 + 0,5 + 0,08 + 0,008 + 0,25 + 0,25 + 0,25 + 0,16 + 0,16 + 0,16 = 3,048$

Вывод: Расчетное время эвакуации из помещений первого этажа составляет 1,04 мин.

Сценарий 2. Пожар произошел в цокольном этаже (складское помещение). Люди эвакуируются к эвакуационному выходу (рисунок 3). Расстояние наиболее удаленной точки от эвакуационного выхода около 20 м. Количество людей, находящихся в эвакуируемом помещении 20 человек (рабочий персонал).

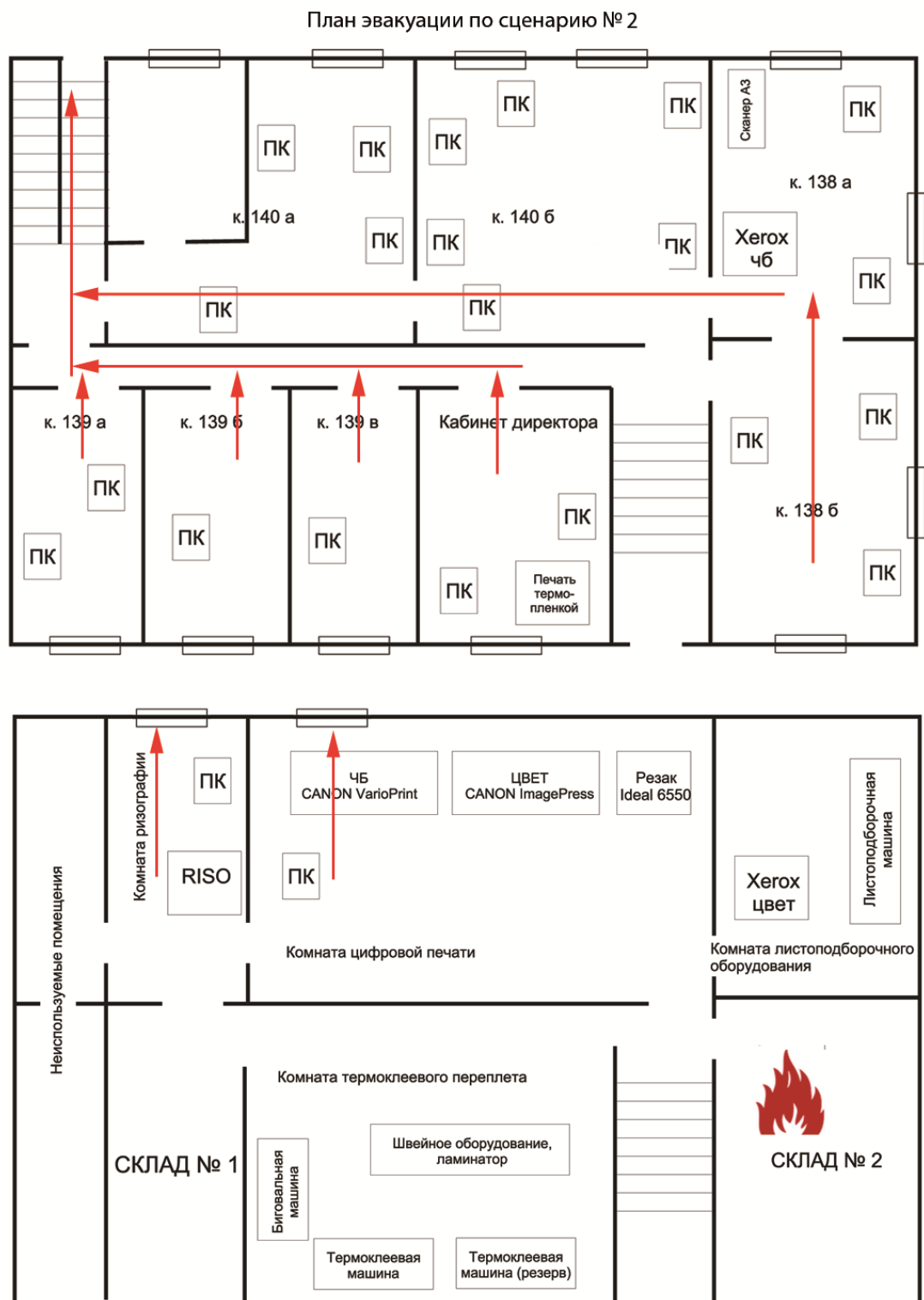


Рисунок 2 - Пути эвакуации для сценария № 2

Расчет для первого потока:

Начальный (первый) участок (дверной проём) $N_I = 3$ - количество человек на участке; $l_I = 7$ - длина участка, м; $\delta_I = 2$ — ширина начального участка, м;

$f = 0,16 \text{ м}^2/\text{чел}$ - средняя площадь проекции человека таблица 4 (п 2.4 прил.2 ГОСТ 12.1.004- 91).

Определяем плотность людского потока:

$$D_1 = \frac{N_1 * f}{l_1 * \delta_1} = \frac{4 * 0,16}{7 * 2} = 0,034 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_1=5 \text{ м/мин}$, $V_1= 100 \text{ м/мин}$.

При $q_1=5 \text{ м/мин} < q_{\max}=19,6 \text{ м/мин}$ - людской поток движется без задержек, где q_{\max} – максимальное значение интенсивности движения людского потока для горизонтальных путей таблица 6 (п 2.4 прил.2 ГОСТ 12.1.004- 91).

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1} = \frac{7}{100} = 0,07 \text{ мин.}$$

Второй участок (слияние с потоком 1): $N_2 = 3+2=5 \text{ чел.}$, $l_2=5 \text{ м.}$, $\delta_2 = 2 \text{ м.}$

Определяем плотность людского потока:

$$D_2 = \frac{N_2 * f}{l_2 * \delta_2} = \frac{5 * 0,16}{5 * 2} = 0,13 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_2=8,7 \text{ м/мин}$, $V_2=80 \text{ м/мин}$. Отсюда, выполняется условие: $q_2=8,7 \text{ м/мин} < q_{\max}=19,6 \text{ м/мин}$, поэтому людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на втором участке:

$$t_2 = \frac{l_2}{V_2} = \frac{5}{80} = 0,06 \text{ мин.}$$

Третий участок (слияние людских потоков направления 1,2): $N_3 = 3+2+4=9$ чел., $l_3 = 20$ м., $\delta_3 = 2$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_3 = \frac{N_3 * f}{l_3 * \delta_3} = \frac{12 * 0,16}{20 * 2} = 0,048 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

Условие $q_3=16$ м/мин $< q_{\max}=16,5$ м/мин – выполняется, людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на третьем участке:

$$t_3 = \frac{l_3}{V_3} = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ мин.}$$

Четвертый участок (слияние людских потоков направления 1,2, 3):

$N_4 = 3+2+4+3 = 12$ чел., $l_4=3$ м., $\delta_4 = 2$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_4 = \frac{N_4 * f}{l_4 * \delta_4} = \frac{2 * 0,16}{3 * 2} = 0,053 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_4=16$ м/мин, $V_4=33$ м/мин. Условие $q_4=16,5 < q_{\max}=19,6$ м/мин – выполняется, движение к эвакуационному выходу проходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_4 = \frac{l_4}{V_4} = \frac{3}{33} = 0,1 \text{ мин.}$$

Пятый участок (слияние людских потоков направления 1,2, 3, 4) $N_5 = 3+2+4+3+1 = 13$ чел., $l_5=3$ м., $\delta_5 = 2$ м.

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_5 = \frac{N_5 * f}{l_5 * \delta_5} = \frac{3 * 0,16}{3 * 2} = 0,08 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_5=17,3$ м/мин, $V_5=19,6$ м/мин. Проверяем условие: $q_5= 17,3 < q_{\text{max}}=19,5$ м/мин. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_5 = \frac{l_5}{V_5} = \frac{3}{80} = 0,04 \text{ мин.}$$

Шестой участок : $N_6=2$ чел., $l_6=25\text{м.}$, $\delta_5=1,6$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_6 = \frac{N_6 * f}{l_6 * \delta_6} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_6 = 1\text{м/мин}$, $V_6=100\text{м/мин}$. Проверяем условие: $q_6=1 < q_{\text{max}}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_6 = \frac{l_6}{V_6} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Седьмой участок (слияние с потоком 6) : $N_7=2+1=3$ чел., $l_7 = 25\text{м.}$, $\delta_7 = 1,6$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_7 = \frac{N_7 * f}{l_7 * \delta_7} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_7=1$ м/мин, $V_7=100$ м/мин. Проверяем условие: $q_7=1 < q_{max}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_7 = \frac{l_7}{V_7} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Восьмой участок (слияние с потоком 6, 7):

$$N_8=2+1+1=4 \text{ чел., } l_8=25 \text{ м., } \delta_8=1,6 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_8 = \frac{N_8 * f}{l_8 * \delta_8} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_8=1$ м/мин, $V_8=100$ м/мин. Проверяем условие: $q_8=1 < q_{max}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_8 = \frac{l_8}{V_8} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Девятый участок (слияние с потоком 6, 7, 8): $N_9=2+1+1+1=5$ чел., $l_9=25$ м., $\delta_9=1,6$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_9 = \frac{N_9 * f}{l_9 * \delta_9} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_9=1$ м/мин, $V_9=100$ м/мин. Проверяем условие: $q_9=1 < q_{max}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_9 = \frac{l_9}{V_9} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Десятый участок(окно): $N_{10} = 1$ чел., $l_{10}=13$ м., $\delta_{10}=2$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_{10} = \frac{N_{10} * f}{l_{10} * \delta_{10}} = \frac{14 * 0,16}{13 * 2} = 0,086 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_{10}=8,7$ м/мин, $V_{10}= 80$ м/мин. $q_{10}=8,7 < q_{max}=16$ м/мин – движение людей к эвакуационному выходу происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_{10} = \frac{l_{10}}{V_{10}} = \frac{13}{80} = 0,16 \text{ мин.}$$

Одинадцатый участок(окно): $N_{11} = 1$ чел., $l_{11}=13$ м., $\delta_{11}=2$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_{11} = \frac{N_{11} * f}{l_{11} * \delta_{11}} = \frac{14 * 0,16}{13 * 2} = 0,086 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_{11}=8,7$ м/мин, $V_{11}= 80$ м/мин. $q_{11}=8,7 < q_{max}=16$ м/мин – движение людей к эвакуационному выходу происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_{11} = \frac{l_{11}}{V_{11}} = \frac{13}{80} = 0,16 \text{ мин.}$$

Определяем расчетное время эвакуации людей из помещений первого этажа по сценарию №2: $t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_4 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} = 0,07 + 0,06 + 0,1 + 0,4 + 0,5 + 0,25 + 0,16 + 0,25 + 0,25 + 0,16 + 0,16 = 2,36$

Сценарий 3. Пожар произошел в цокольном этаже здания – участок термолеевого переплета. Весь поток эвакуируется к одному эвакуационному выходу. Расстояния от наиболее удаленной точки до эвакуационного выхода около 30 м. Число эвакуируемых составляет 20 человек.

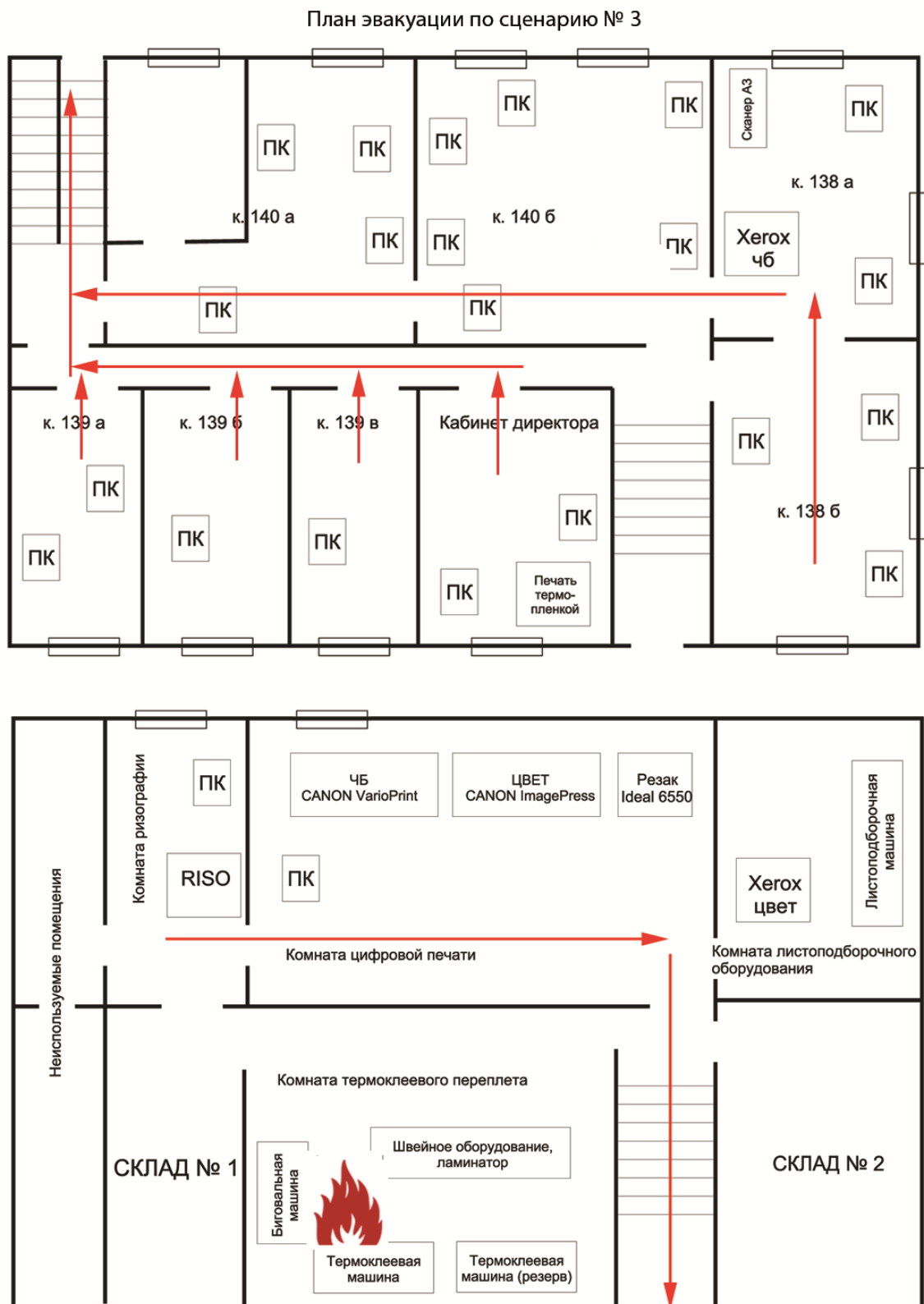


Рисунок 3 - Пути эвакуации для сценария № 3

Расчет для первого потока:

Начальный (первый) участок (дверной проём) $N_1 = 3$ - количество человек на участке; $l_1 = 7$ - длина участка, м; $\delta_1 = 2$ — ширина начального участка, м;

$f = 0,16 \text{ м}^2/\text{чел}$ - средняя площадь проекции человека таблица 4 (п 2.4 прил.2 ГОСТ 12.1.004- 91).

Определяем плотность людского потока:

$$D_1 = \frac{N_1 * f}{l_1 * \delta_1} = \frac{4 * 0,16}{7 * 2} = 0,034 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_1=5 \text{ м/мин}$, $V_1= 100 \text{ м/мин}$.

При $q_1=5 \text{ м/мин} < q_{\text{max}}=19,6 \text{ м/мин}$ - людской поток движется без задержек, где q_{max} – максимальное значение интенсивности движения людского потока для горизонтальных путей таблица 6 (п 2.4 прил.2 ГОСТ 12.1.004- 91).

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1} = \frac{7}{100} = 0,07 \text{ мин.}$$

Второй участок (слияние с потоком 1): $N_2 = 3+2=5 \text{ чел.}$, $l_2=5 \text{ м.}$, $\delta_2 = 2 \text{ м.}$

Определяем плотность людского потока:

$$D_2 = \frac{N_2 * f}{l_2 * \delta_2} = \frac{5 * 0,16}{5 * 2} = 0,13 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_2=8,7 \text{ м/мин}$, $V_2=80 \text{ м/мин}$. Отсюда, выполняется условие: $q_2=8,7 \text{ м/мин} < q_{\text{max}}=19,6 \text{ м/мин}$, поэтому людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на втором участке:

$$t_2 = \frac{l_2}{V_2} = \frac{5}{80} = 0,06 \text{ мин.}$$

Третий участок (слияние людских потоков направления 1,2): $N_3 = 3+2+4=9 \text{ чел.}$, $l_3 = 20 \text{ м.}$, $\delta_3 = 2 \text{ м.}$

Определяем плотность людского потока:

$$D_3 = \frac{N_3 * f}{l_3 * \delta_3} = \frac{12 * 0,16}{20 * 2} = 0,048 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

Условие $q_3=16 \text{ м/мин} < q_{\text{max}}=16,5 \text{ м/мин}$ – выполняется, людской поток движется без задержек.

Определяем расчетное время на третьем участке:

$$t_3 = \frac{l_3}{V_3} = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ мин.}$$

Четвертый участок (слияние людских потоков направления 1,2, 3): $N_4 = 3+2+4+3 = 12 \text{ чел.}$, $l_4=3 \text{ м.}$, $\delta_4=2 \text{ м.}$

Определяем плотность людского потока:

$$D_4 = \frac{N_4 * f}{l_4 * \delta_4} = \frac{2 * 0,16}{3 * 2} = 0,053 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_4=16 \text{ м/мин}$, $V_4=33 \text{ м/мин}$.
Условие $q_4=16,5 < q_{\text{max}}=19,6 \text{ м/мин}$ – выполняется, движение к эвакуационному выходу проходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_4 = \frac{l_4}{V_4} = \frac{3}{33} = 0,1 \text{ мин.}$$

Пятый участок (слияние людских потоков направления 1,2, 3, 4)

$N_5 = 3+2+4+3+1 = 13 \text{ чел.}$, $l_5=3 \text{ м.}$, $\delta_5=2 \text{ м.}$

Определяем плотность людского потока для данного участка:

$$D_5 = \frac{N_5 * f}{l_5 * \delta_5} = \frac{3 * 0,16}{3 * 2} = 0,08 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_5=17,3 \text{ м/мин}$, $V_5=19,6 \text{ м/мин}$.
Проверяем условие: $q_5= 17,3 < q_{\text{max}}=19,5 \text{ м/мин}$. Условие выполняется, поэтому движение людей происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_5 = \frac{l_5}{V_5} = \frac{3}{80} = 0,04 \text{ мин.}$$

Шестой участок : $N_6=2$ чел., $l_6=25$ м., $\delta_5=1,6$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_6 = \frac{N_6 * f}{l_6 * \delta_6} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_6=1$ м/мин, $V_6=100$ м/мин. Проверяем условие: $q_6=1 < q_{\text{max}}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_6 = \frac{l_6}{V_6} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Седьмой участок (слияние с потоком б) :

$N_7=2+1=3$ чел., $l_7=25$ м., $\delta_7=1,6$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_7 = \frac{N_7 * f}{l_7 * \delta_7} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_7=1$ м/мин, $V_7=100$ м/мин. Проверяем условие: $q_7=1 < q_{\text{max}}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_7 = \frac{l_7}{V_7} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Восьмой участок (слияние с потоком б, 7): $N_8=2+1+1=4$ чел., $l_8=25$ м., $\delta_8=1,6$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_8 = \frac{N_8 * f}{l_8 * \delta_8} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_8=1$ м/мин, $V_8=100$ м/мин. Проверяем условие: $q_8=1 < q_{\max}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_8 = \frac{l_8}{V_8} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Девятый участок (слияние с потоком 6, 7, 8):

$$N_9 = 2+1+1+1=5 \text{ чел., } l_9=25 \text{ м., } \delta_9=1,6 \text{ м.}$$

Определяем плотность людского потока:

$$D_9 = \frac{N_9 * f}{l_9 * \delta_9} = \frac{2 * 0,16}{25 * 1,6} = 0,008 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_9=1$ м/мин, $V_9=100$ м/мин. Проверяем условие: $q_9=1 < q_{\max}=19,6$ м/мин. Условие выполняется, движение происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_9 = \frac{l_9}{V_9} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин.}$$

Десятый участок: $N_{10} = 1$ чел., $l_{10}=13$ м., $\delta_{10}=2$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_{10} = \frac{N_{10} * f}{l_{10} * \delta_{10}} = \frac{14 * 0,16}{13 * 2} = 0,086 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_{10}=8,7$ м/мин, $V_{10}=80$ м/мин. $q_{10}=8,7 < q_{\max}=16$ м/мин – движение людей к эвакуационному выходу происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_{10} = \frac{l_{10}}{V_{10}} = \frac{13}{80} = 0,16 \text{ мин.}$$

Одинадцатый участок (слияние с потоком 10): $N_{11} = 1+1=2$ чел., $l_{11}=13$ м., $\delta_{11}=2$ м.

Определяем плотность людского потока:

$$D_{11} = \frac{N_{11} * f}{l_{11} * \delta_{11}} = \frac{14 * 0,16}{13 * 2} = 0,086 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

По таблице 5 (прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91) определяем интенсивность движения людского потока и его скорость: $q_{11}=8,7$ м/мин, $V_{11}= 80$ м/мин. $q_{11}=8,7 < q_{\max}=16$ м/мин – движение людей к эвакуационному выходу происходит без задержек.

Определяем расчетное время на данном участке:

$$t_{11} = \frac{l_{11}}{V_{11}} = \frac{13}{80} = 0,16 \text{ мин.}$$

Определяем расчетное время эвакуации людей из помещений первого этажа по сценарию №3:

$$\begin{aligned} t_p &= t_1 + t_2 + t_3 + + + t_6 + t_7 + + + + + \\ &= 0,07 + 0,06 + 0,5 + 0,1 + 0,8 + 0,25 + 0,16 + 0,25 + 0,25 \\ &\quad + 0,086 + 0,16 = 2,686 \end{aligned}$$

3.2 Определение критической продолжительности пожара для выбранной схемы его развития

Принимаем пожароопасные свойства пожарной нагрузки в помещениях эквивалентным мебели в Издательстве:

Таблица 8

| Параметр | Обозначени е | Значение |
|---|-----------------|---|
| Начальная температура воздуха в помещении | t_0 | 25^0C |
| Низшая теплота сгорания книг на | Q | $13,4 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ |

| | | |
|--|-----------|---|
| стеллажах | | |
| Удельная массовая скорость выгорания | ψ | $16,7 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ |
| Удельная изобарная теплоемкость газа | C_p | $0,001068$ $\text{МДж/кг} \cdot \text{К}$ |
| Коэффициент теплопотерь | ϕ | 0,6 |
| Коэффициент полноты горения | η | 0,95 |
| Свободный объем помещения | V | $521,4 \text{ м}^3$ |
| Коэффициент отражения предметов на путях эвакуации | α | 0,3 |
| Начальная освещенность | E | 50 лк |
| Предельная дальность видимости в дыму | I_{np} | 20 м |
| Дымообразующая способность горящего материала | D_m | $49,5 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ |
| Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала | L_{CO2} | $1,478 \text{ кг/кг}$ |
| Удельный расход углекислого газа | L_{CO} | $0,03 \text{ кг/кг}$ |
| Удельный расход кислорода | L_{O2} | 1.154 кг/кг |
| Удельный расход соляной кислоты | L_{HCl} | $0,058 \text{ кг/кг}$ |
| Предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении | X_{CO2} | $0,11 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ |
| Предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении | X_{CO} | $0,00116 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ |
| Предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении | X_{HCl} | $0,00023 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ |
| Высота рабочей зоны | h | 1,7 м |
| Высота помещения | H | 3 м |
| Удельная массовая скорость | Ψ | $16,7 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} / \text{с}$ |

| | | |
|--|-------|---------------------------|
| выгорания | | |
| Линейная скорость распространения пламени | ν | $0,0103 \text{ м/с}^{-1}$ |
| Коэффициент, соответствующий способу распространения пожара | n | 3 |

Выбираем расчетную схему развития пожара. Для кругового распространения пламени по поверхности равномерно распределенного в горизонтальной плоскости горючего материала:

$$A = 1,05 \cdot \psi \cdot \nu^2 = 1,05 \cdot 16,7 \cdot 0,0103^2 = 18,6 \cdot 10^{-5};$$

Определяем критическую продолжительность пожара для кругового распространения пламени по поверхности равномерно распределенного в горизонтальной плоскости горючего материала. Находим значение комплекса B :

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \phi) \cdot \eta \cdot Q} = \frac{353 \cdot 0,001068 \cdot 521,4}{(1 - 0,6) \cdot 0,95 \cdot 13400000} = 3,86;$$

Рассчитываем параметр Z :

$$Z = \frac{h \cdot \exp(1,4 \cdot h / H)}{H} = \frac{1,7 \cdot \exp(1,4 \cdot \frac{1,7}{3})}{3} = 0,45;$$

Рассчитаем необходимое время эвакуации.

Определяем критическую продолжительность пожара для данной схемы развития по каждому из опасных факторов пожара:

а) повышенной температуре:

$$t_{kp}^T = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - 25}{(273 + 25) \cdot 0,45} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 18,176 \text{ с};$$

б) потере видимости:

$$t_{kp,j}^{TB} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{20 \cdot B \cdot D \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[1 - \frac{521,4 \cdot \ln(1,05 \cdot 0,3 \cdot 50)}{20 \cdot 3,86 \cdot 49,5 \cdot 0,45} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = 76 \text{ с};$$

в) пониженному содержанию кислорода:

$$t_{kpj}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,444}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,444}{\left(\frac{3,86 \cdot 1,154}{521,4} \right) \cdot 0,45} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = 133 \text{ с};$$

г) допустимое содержание CO_2 :

$$t_{kpj}^{III} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot x_{CO_2}}{B \cdot L_{CO_2} \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[1 - \frac{521,4 \cdot 0,11}{3,86 \cdot 1,478 \cdot 0,45} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} > 0,$$

Значение отлично от нуля в положительную сторону, означает, что при сложившейся пожароопасной ситуации, в результате горения происходит выделение углекислого газа CO_2 . Данный фактор представляет высокую опасность для эвакуируемых людей.

д) допустимое содержание CO :

$$t_{kpj}^{III} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot x_{CO}}{B \cdot L_{CO} \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[1 - \frac{521,4 \cdot 0,00116}{3,86 \cdot 0,03 \cdot 0,45} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} > 0,$$

Значение по фактору выделения углекислого газа в процессе пожара в производственном помещении говорит о наличии опасного воздействия углекислого газа на эвакуируемых людей.

е) допустимое содержание HCl :

$$t_{kpj}^{III} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot x_{HCl}}{B \cdot L_{HCl} \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[1 - \frac{521,4 \cdot 0,0023}{3,86 \cdot 0,0058 \cdot 0,45} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} < 0,$$

Значение по фактору выделения соляной кислоты показывает, что данный фактор не несет угрозы для жизни эвакуируемых людей.

Определяем критическую продолжительность пожара для данной расчетной схемы:

$$t_{kpj} = \min \{ t_{kpj}^T, t_{kpj}^{II}, t_{kpj}^{O_2}, t_{kpj}^{III} \} = 76 \text{ с};$$

Рассчитываем необходимое время эвакуации:

$$t_{нб} = \kappa_{\delta} \cdot t_{kp} = 0,8 \cdot 79 = 63,2 \text{ с},$$

где: $\kappa_{\delta} = 0,8$ - коэффициент безопасности.

Вывод: Для первого сценария, наиболее сложного случая, когда происходит пожар в компьютерном зале (аудитория 140 б) и заблокирован один эвакуационный выход, при необходимости эвакуировать 20 человек из помещения площадью 340 м². Процесс эвакуации усложняется открытием решеток, вскрытием окон. В данном случае возможно избежать человеческих потери от действия токсичных веществ, выделяемых при пожаре, на организм человека.

Для более успешной эвакуации необходимо содержать эвакуационные пути в исправном и не загромождённом состоянии, в последующем ремонте использовать наименее токсичные и опасные для здоровья людей материалы отделки, ужесточить контроль за соблюдением правил пожарной безопасности, иметь средства первичного тушения пожара, средства индивидуальной защиты, проводить обязательные инструктажи как с сотрудниками издательства.

Проведенные расчеты показывают, что люди эвакуируются самостоятельно.

Для второго и третьего сценариев, когда случается пожар в помещениях цокольного этажа, эвакуация той-же численности сотрудников (18 человек) осуществляется по основным эвакуационным путям. .

Порядок проведения спасательных работ и привлекаемой для этих целей техники и оборудования:

- мероприятия по поиску людей организуются по прибытию первого пожарного подразделения на место пожара;
- эвакуация людей из зоны воздействия опасных факторов пожара;

Порядок оказания медицинской помощи пострадавшим:

- в зависимости от вида и степени тяжести травмы оказать пострадавшему первую медицинскую помощь, предварительно устранив действие ОФП на пострадавшего;
- передать пострадавшего прибывшей бригаде скорой помощи при первом сообщении о пожаре.

По прибытию первого подразделения уточняется информация у представителя объекта, в данном случае у директора Издательства, либо заместителя директора об максимально приближенном количестве людей, находящихся в здании, предположительное их местонахождение. Проводится разведка на месте. Составляется план аварийно-спасательных работ.

3.3 Расчет пожарного риска

В соответствии с Методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (утв. Приказом МЧС России от 30.06.2009 №382) величина индивидуального пожарного риска $Q_{\text{в}}$ в здании рассчитывается по формуле 2.

Исходные данные для расчета пожарного риска: Таблица № 9

| Q_n , год^{-1} | $R_{\text{ап}}$ | $t_{\text{функц}}$, час | t_p , мин | $t_{\text{нз}}$, мин | $t_{\text{бл}}$, мин | $t_{\text{ск}}$, мин | $R_{\text{обн}}$ | $R_{\text{соуэ}}$ | $R_{\text{пдз}}$ |
|------------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 0,04 | 0,9 | 12 | 7,5 | 3 | 1,2 | 7,45 | 0,8 | 0,8 | 0 |

Определяем вероятность присутствия людей в здании:

$$P_{\text{пр}} = t_{\text{функц}} / 24 = 12 / 24 = 0,5,$$

где: $t_{\text{функц}} = 12$ час. - время нахождения людей в здании в течение суток.

Вычисляем вероятность эвакуации людей по формуле 3. Так как $t_p \geq 0,8 \cdot t_{\text{бл}}$ или $t_{\text{ск}} > 6$ мин, полагаем $P_{\text{э}} = 0$.

Рассчитываем вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты по формуле 4:

$$P_{\text{пз}} = 1 - (1 - R_{\text{обн}} \cdot R_{\text{соуэ}}) \cdot (1 - R_{\text{обн}} \cdot R_{\text{пдз}}) = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0) = 0,64,$$

где: $R_{\text{обн}}$ - вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

$R_{COУЭ}$ - условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

$R_{ПДЗ}$ - условная вероятность эффективного срабатывания системы противоподымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации.

Индивидуальный пожарный риск Q_B в здании составляет:

$$\begin{aligned} P_{ПЗ} &= 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{COУЭ}) \cdot (1 - R_{обн} \cdot R_{ПДЗ}) = \\ &= 0,04 \cdot (1 - 0,9) \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,000) \cdot (1 - 0,64) = 0,00072 \text{ год}^{-1}; \end{aligned}$$

Проверяем условие $Q_B \leq Q_B^H$, где: $Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ - нормативное значение индивидуального пожарного риска;

$Q_B = 0,72 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ - расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Условие не выполняется, $Q_B > Q_B^H$ - индивидуальный пожарный риск превышает нормативные показатели.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Ущерб, приносимый обществу от пожаров очень высок. В современном мире вопрос пожарной безопасности актуален и требует решающих мер, необходимых для предотвращения пожароопасных ситуаций и их развития. Подготовка личного состава подразделений совместно с гражданским населением по ведению действий при тушении пожаров, ведет к снижению пожарного риска, а значит и гибели людей.

Объектом исследования является издательство ТПУ, возможные пожароопасные ситуации, тушение пожара и риски, возникающие при эвакуации людей. Предмет исследования пожарные и социальные риски при возникновении ЧС.

4.1.1 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица № 10 - Матрица SWOT

| | |
|--|---|
| <p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Простота и доступность в использовании.</p> <p>С2. Совершенствования организационно-тактических и технических возможностей пожарных подразделений.</p> <p>С3. Более низкая стоимость расчетов в сравнении с другими фирмами, занимающимися оценкой пожароопасности зданий.</p> <p>С4. Легко применяемые методики для расчетов пожарного риска, времени эвакуации и распространения ОФП.</p> <p>С5. Практическая отработка начальствующим и рядовым составом всех вопросов организации и тактики тушения пожара на конкретном объекте.</p> <p>С6. Проект имеет минимальные затраты на разработку.</p> | <p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Присутствие погрешности при расчетах.</p> <p>Сл2. Возможное неверное воспроизведение методики при расчетах.</p> <p>Сл3. Спорные вопросы о положительных и отрицательных сторонах предлагаемых методик для расчетов.</p> <p>Сл4. Большие временные затраты на полноценный расчет и выводы по расчетам.</p> <p>Сл5. Учет только основных рекомендаций.</p> <p>Сл6. Многократная смена требований нормативно-технической документации.</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>В1. Проведение практических пожарных учений.</p> <p>В2. Повышение уровня пожарной безопасности на объекте.</p> <p>В3. Повышение практических навыков в области тактики тушения пожаров.</p> | <p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на предлагаемые методики в связи с имеющимися программами для расчетов пожарных рисков и времени эвакуации.</p> <p>У2. Конкуренция со стороны фирм, занимающихся вопросами</p> |

| | |
|--|---|
| <p>В4. Рекомендаций по повышению навыков действий в ЧС у персонала.</p> <p>В5. Создание планов эвакуации из здания исходя из расчетов и рекомендаций.</p> <p>В6. Расчет необходимых сил и средств для привлечения к ликвидации пожара.</p> | <p>пожарной безопасности зданий.</p> <p>У3. Отсутствие финансирования разработчика проекта со стороны государства.</p> <p>У4. Введения дополнительных государственных требований в области пожарной безопасности.</p> <p>У5. Общий низкий уровень подготовки личного состава и руководства в области пожаротушения.</p> <p>У6. Дальнейшее развитие информационных технологий в области пожарной безопасности.</p> |
|--|---|

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие помогают выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице № 2.

Таблица № 11 - Интерактивная матрица проекта соотношения сильных сторон к возможностям проекта

| Сильные стороны проекта | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Возможности проекта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| | B1 | + | + | + | 0 | + | + |
| | B2 | 0 | + | + | + | + | + |
| | B3 | - | + | 0 | 0 | + | + |
| | B4 | + | + | 0 | - | 0 | + |
| | B5 | + | 0 | + | + | 0 | + |
| | B6 | + | 0 | + | + | 0 | + |

Таблица № 12 - Интерактивная матрица проекта соотношения слабых сторон к возможностям проекта

| Слабые стороны проекта | | | | | | | |
|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Возможности проекта | | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 | Сл6 |
| | B1 | - | - | 0 | - | - | - |
| | B2 | 0 | 0 | - | 0 | + | + |
| | B3 | 0 | - | 0 | - | - | - |
| | B4 | 0 | 0 | 0 | - | + | - |
| | B5 | - | 0 | - | + | + | - |
| | B6 | - | - | 0 | + | + | - |

Таблица № 13 - Интерактивная матрица проекта соотношения сильных сторон к угрозам проекта

| Сильные стороны проекта | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Угрозы проекта | | С1 | С2 | С3 | С4 | С5 | С6 |
| | У1 | 0 | + | + | 0 | 0 | + |
| | У2 | + | + | + | + | + | + |
| | У3 | 0 | 0 | + | + | - | + |
| | У4 | + | + | 0 | + | + | 0 |
| | У5 | 0 | + | 0 | 0 | + | + |
| | У6 | - | + | + | + | 0 | 0 |

Таблица № 14 - Интерактивная матрица проекта соотношения слабых сторон к угрозам проекта

| Слабые стороны проекта | | | | | | | |
|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Угрозы проекта | | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 | Сл5 | Сл6 |
| | У1 | - | - | - | 0 | 0 | 0 |
| | У2 | - | - | 0 | - | 0 | + |
| | У3 | - | - | - | 0 | 0 | 0 |
| | У4 | + | + | + | - | - | + |
| | У5 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | У6 | - | 0 | 0 | - | 0 | + |

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

4.1.2 Диаграмма Исикава

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) - это графический метод анализа и формирования причинно-следственных

связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления.

Область применения диаграммы:

- Выявление причин возникновения проблемы;
- Анализ и структурирование процессов на предприятии;
- Оценка причинно-следственных связей.

При возникновении пожара всегда существует повышенный риск травмирования и гибели людей. Последствия пожара могут быть самыми печальными - это и разрушенные здания, уничтоженное имущество, потеря материальных ценностей, а также и человеческие жертвы. Для предотвращения возникновения пожаров необходимо четкое следование Правилам Пожарной безопасности (далее - ППБ), профилактические мероприятия, связанные с пожарной безопасностью, а также непосредственный контроль за соблюдением всего вышеперечисленного. Проблемы, связанные с противопожарным режимом, ППБ заслуживают большого внимания, нуждаются в непрерывном контроле и разработке более усовершенствованных стандартов.

Существуют различные факторы, влияющие на соблюдение ППБ в здании издательства ТПУ (рисунок №1):

- 1) Рабочий персонал библиотеки;
- 2) Оборудование;
- 3) Средства и материалы по пожарной безопасности;
- 4) Методы и средства контроля за соблюдением правил противопожарного режима;
- 5) Технология организации работ.



Рисунок №1 - Диаграмма Исикавы для систематического определения причин соблюдения Правил пожарной безопасности

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. Иерархическая структура работы представлена на рисунке №2.

Детализация укрупнённой структуры работ приведена на рис. 2.

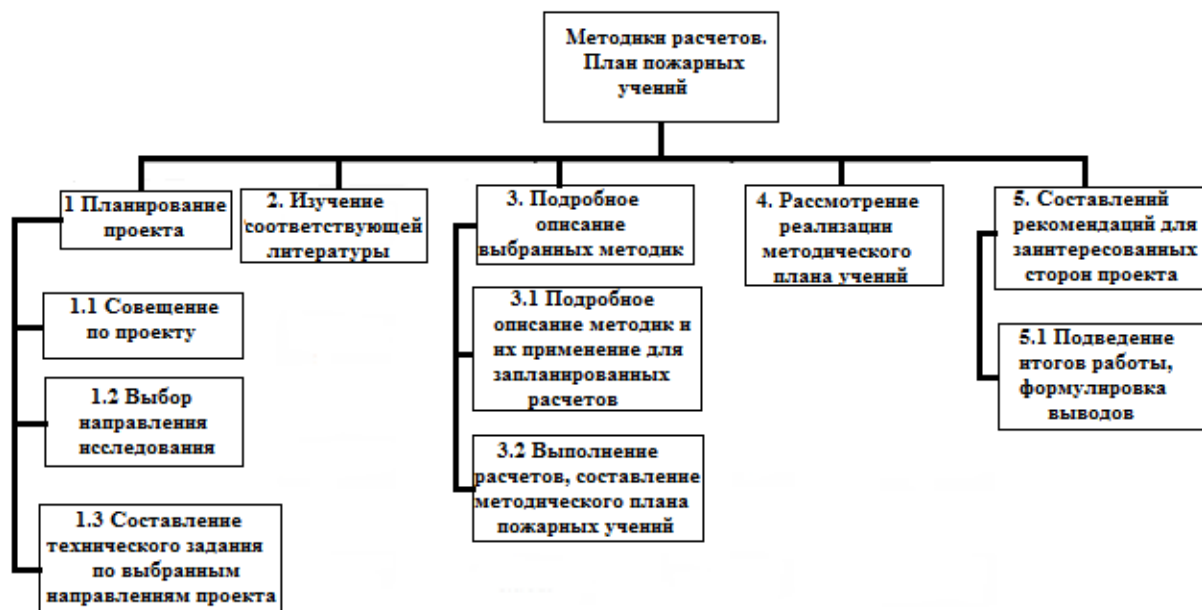


Рисунок № 2 - Иерархическая структура работы по проекту

4.2.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта. Линейный график представлен в виде таблицы № 6.

Таблица № 15. Календарный план проекта

| Код работы | Название | Длительность, дни | Состав участников |
|------------|---|-------------------|-------------------------------|
| 1 | Составление и утверждение технического задания | 2 | Сечин А.И. |
| 2 | Выдача задания по тематике проекта | 2 | Сечин А.И., Скорюпина К.С. |
| 3 | Определение целей и задач проекта | 2 | Петелин М.А. |
| 4 | Определение структуры, этапов и сроков разработки проекта | 3 | Петелин М.А. |
| 5 | Подборка литературы по тематике работы | 5 | Петелин М.А. |

| | | | |
|---------------|--|-----------|--------------|
| 6 | Сбор материалов | 11 | Петелин М.А. |
| 7 | Проведение теоретических обоснований | 11 | Петелин М.А. |
| 8 | Проведение расчетов | 5 | Петелин М.А. |
| 9 | Анализ полученных результатов | 3 | Петелин М.А. |
| 10 | Согласование полученных данных с научным руководителем | 1 | Сечин А.И. |
| 11 | Доработка проекта | 5 | Петелин М.А. |
| 12 | Работа над выводами | 1 | Петелин М.А. |
| 13 | Составление пояснительной записки к работе | 2 | Петелин М.А. |
| Итого: | | 53 | |

Необходимо определить ключевые события проекта, определить их результаты, которые должны быть получены. Данная информация отражена в таблице № 7.














Таблица № 16 - Контрольные события проекта



| № п/п | Контрольное событие | Результат (подтверждающий документ) |
|-------|-------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Задание | Утвержденная тема проекта |
| 2 | Литературный обзор | Теоретическая часть проекта |
| 3 | Экспериментальная часть | Практическая часть проекта |
| 4 | Дополнительные разделы | Расчеты по каждому разделу |

Диаграмма Ганта - это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде таблицы № с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта.

Таблица № 17 - Календарный план-график проведения работы

| | Вид работ | Исполнители | T_{ki} , кал.дн | должительность выполнения работ | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------------------|-------------------|---|---|--|---|---|---|---|-----|---|---|--|--|
| | | | | февраль | | | март | | апрель | | май | | | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | Составление и утверждение технического задания | Научный руководитель | 2 |  | | | | | | | | | | | |
| 2 | Выдача задания по тематике проекта | Научный руководитель | 2 |  | | | | | | | | | | | |
| 3 | Определение целей и задач проекта | Бакалавр | 2 | |  | | | | | | | | | | |
| 4 | Определение структуры, этапов и сроков разработки проекта | Бакалавр | 3 | | |  | | | | | | | | | |
| 5 | Подборка литературы по тематике работы | Бакалавр | 5 | | |  | | | | | | | | | |
| 6 | Сбор материалов | Бакалавр | 11 | | | |  | | | | | | | | |
| 7 | Проведение теоретических обоснований | Бакалавр | 11 | | | |  | | | | | | | | |
| 8 | Проведение расчетов | Бакалавр | 5 | | | | |  | | | | | | | |
| 9 | Анализ полученных результатов | Бакалавр | 3 | | | | | |  | | | | | | |
| 10 | Согласование полученных данных с научным руководителем | Научный руководитель | 1 | | | | | | |  | | | | | |
| 11 | Доработка проекта | Бакалавр | 5 | | | | | | |  | | | | | |
| 12 | Работа над выводами | Бакалавр | 1 | | | | | | |  | | | | | |
| 13 | Составление пояснительной записки к работе | Бакалавр | 2 | | | | | | |  | | | | | |

 – Научный руководитель  – бакалавр

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для выполнения данного научного исследования необходимы материалы, которые указаны в таблице.

Таблица 18

Материальные затраты

| Наименование | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (З _м), руб. |
|---------------------------------|-------------------|------------|-------------------|---|
| Заправка картриджа для принтера | шт. | 1 | 291 | 291 |
| Бумага для печати формат А4 | шт. | 1 | 150 | 150 |
| Канцтовары | шт. | 2 | 180 | 360 |
| Итого | | | | 801 |

4.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Согласно исследованию, приведенному в данной работе, затраты по статье «специальное оборудование для научных работ» не предусматриваются.

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad ()$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} + Т_r, \quad ()$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$Т_r$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \times M}{F_d}, \quad ()$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб.дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб.дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Таблица 19

Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Научный | Бакалавр |
|-----------------------------|---------|----------|
|-----------------------------|---------|----------|

| | | |
|--|--------------|-----|
| | руководитель | |
| Календарное число дней | 365 | 365 |
| Количество нерабочих дней | | |
| - выходные дни | 52 | 104 |
| - праздничные дни | 19 | 18 |
| Потери рабочего времени | | |
| - отпуск | 48 | 24 |
| - невыходы по болезни | - | - |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 246 | 219 |

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_r, \quad (?)$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_r – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад научного руководителя, руб.:

$$27500 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 53625 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад бакалавра, руб.:

$$3600 * (1 + 1 + 1) * 1,3 = 14040 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$\frac{53625 * 10,4}{246} = 2267,07 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата бакалавра, руб.:

$$\frac{14040 * 11,2}{219} = 718,03 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_r=5$ раб. дней

Студент: $T_r=36$ раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$2267,07 * 5 = 11335,35 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата бакалавра составила:

$$718,03 * 36 = 25849,08 \text{ руб.}$$

Таблица 20

Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

| Исполнители | $Z_{тс}$, руб. | $k_{пр}$ | k_d | k_p | Z_m , руб. | $Z_{дн}$, руб. | T_p , раб. дн. | $Z_{осн}$, руб. |
|-------------------------|--------------------|----------|-------|-------|-----------------|--------------------|------------------------|------------------|
| Научный руководитель | 27500 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 53625 | 2267,07 | 5 | 11335,35 |
| Бакалавр | 3600 | 1 | 1 | 1,3 | 14040 | 718,03 | 36 | 25849,08 |
| Итого $Z_{осн}$ | | | | | | | | 37184,43 |

4.3.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \times Z_{осн} ()$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплат, 0,15;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 21

Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

| Заработная плата | Научный руководитель | Бакалавр |
|-------------------------|----------------------|----------|
| Основная зарплата | 11335,35 | 25849,08 |
| Дополнительная зарплата | 1360,2 | - |
| Итого, руб. | 38544,63 | |

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}), \quad ()$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2018 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году водится пониженная ставка – 27,1%.

$$0,271 \times (37184,43 + 1360,24) = 10446 \text{ руб.}$$

4.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \times k_{нр}, \quad (?)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов примем в размере 16%.

Накладные расходы научного руководителя:

$$16136,59 \times 0,16 = 2581,85 \text{ руб.}$$

Накладные расходы бакалавра:

$$69174,18 * 0,16 = 11067,87 \text{ руб.}$$

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные выше величины затрат научно-исследовательской работы представляет собой основу формирования бюджета затрат проекта. В таблице отражены сводные показатели, которые формируют бюджет затрат ВКР.

Таблица 22

Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи | Сумма, руб | |
|---|----------------------|----------|
| | Научный руководитель | Бакалавр |
| 1. Материальные затраты НТИ | - | 33320,10 |
| 2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 11335,35 | 25849,08 |
| 3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 1360,2 | - |
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды | 3441 | 7005 |
| 5. Затраты на научные и производственные командировки | - | 3000 |
| 6. Накладные расходы | 2581,85 | 11067,87 |
| 7. Бюджет затрат НТИ | 18718,44 | 80242,05 |

Для выполнения данной исследовательской работы необходимо построить диаграмму Ганта, которая наглядно отражает продолжительность исследования. Общая продолжительность исследования составила 53 дня. Проведенный расчет стоимости НТИ показал, что общая стоимость составляет 98961 рубль.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Представленная выпускная квалификационная работа является исследовательской, поэтому в разделе «социальная ответственность» может быть описано рабочее место инженера.

Выполняя свою работу, на инженера воздействуют следующие опасные факторы: недостаток естественного света, повышенный уровень шума на рабочем месте, воздействие электромагнитных полей и излучений, также влияние оказывают условия окружающей среды.

5.1. Производственная безопасность

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 воздействующие на человека факторы можно разделить на две группы - вредные и опасные.

К опасным производственным факторам относятся:

- * загрязнение воздушной среды в рабочей зоне;
- * электрический ток;
- * термические опасности.

Вредные производственные факторы подразделяются на:

- * недостаточная освещенность рабочей зоны;
- * повышенный уровень шума;
- * отклонение показателей микроклимата рабочей зоны.

Таблица № 23 Опасные и вредные факторы при работе на установке получения водорода методом электролиза.

| Источник фактора, наименование видов работ | Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015) | | Нормативные документы |
|---|--|--|---|
| | Вредные | Опасные | |
| 1. Работа за термоклеевой машиной; 2. Работа за листосборочной машиной; 3. Цифровая печать 4. Печатный и послепечатный переплет. | 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. Повышенный уровень шума в рабочей зоне 3. Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны; | 1. Загрязнение воздушной среды в рабочей зоне 2. Поражение электрическим током; | ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. (Действующий). ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности (Действующий) ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (Действующий). ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны» (Действующий). СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. (Действующий) |

5.1.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Вредные:

- Освещенность

Для организации системы освещения на производстве могут применяться различные источники света согласно СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03.

Применение исключительно местного освещения внутри зданий не допускается. В производственных помещениях рекомендуется использовать комбинированное освещение

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 рекомендуемая общая равномерная освещенность при работе с экраном дисплея в кабинетах и рабочих комнатах административных зданиях, составляет 300 лк, а при

работе с экраном в сочетании с работой с документами 400 лк, при расстоянии 80 см от пола.

Для улучшения освещения требуется заменить светильники и лампы наибольшей мощности.

Недостаточная освещенность рабочего места влияет на функционирование зрительного аппарата, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Работая при освещении низкого качества, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. Головные боли также могут быть вызваны пульсацией освещения. Из этого следует, что неправильное освещение представляет угрозу для здоровья работников.

- Шум

Шум представляет собой беспорядочное сочетание разнообразных звуков, поэтому для понимания физических основ образования и распространения шума, его восприятия человеком и влияния на организм следует рассматривать звук как составную часть всякого шума, включая и производственный.

Колебания источника звука производят попеременное сжатие и разрежение воздуха, образуя волнообразное колебание его, распространяющееся от источника звука во все стороны в виде увеличивающихся в объеме сфер. Это называется распространением звуковой волны. По мере израсходования, на колебание воздуха сообщенной источником энергии звуковая волна постепенно затухает, поэтому, чем больше энергия источника звука, тем с большей силой происходят колебания воздуха и дальше распространяется звуковая волна. От величины энергии

источника звука зависит сила звука, оцениваемая звуковым давлением, которое измеряется в ньютонах на квадратный метр (H/m^2).

Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения, прежде всего в органах слуха, нервной и сердечно-сосудистой системах. Степень выраженности этих изменений зависит от параметров шума, стажа работы в условиях воздействия шума, длительности действия шума в течение рабочего дня, индивидуальной чувствительности организма. Действие шума на организм человека отягощается вынужденным положением тела, повышенным вниманием, нервно-эмоциональным напряжением, неблагоприятным микроклиматом.

В помещениях издательства источником шума являются системный блок ПК, рабочее оборудование и система вентиляции. Однако суммарное значение шума соответствует требованиям и не наносит значительно вреда здоровью сотрудникам издательства.

Нормы шума для издательства устанавливает СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

-Микроклимат

Микроклимат помещений - это метеорологические условия внутренней среды помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения; комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека с окружающей средой, на тепловое состояние человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. Показатели микроклимата: температура воздуха и его относительная влажность, скорость его движения, мощность теплового излучения. В таблице № отражены допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне (СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» и ССБТ ГОСТ

12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»).

Таблица № 24 - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне

| Сезон года | Категория тяжести выполняемых работ | Температура, С° | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/сек |
|------------|-------------------------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | Доп. значение | Доп. значение | Доп. значение |
| Теплый | Іб | 20-28 | 15-75 | 0,3 |
| Холодный | Іб | 19-24 | 15-75 | 0,2 |

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия (например, системы местного кондиционирования воздуха, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата, изменением другого; спецодежда и другие средства индивидуальной защиты; помещения для отдыха и обогрева; регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и др.).

Санитарно-бытовые помещения издательства устраиваются в соответствии с проектно-сметной документацией. Не допускается использование санитарно-бытовых помещений не по назначению. Все санитарно-бытовые помещения должны содержаться в исправном состоянии и чистоте.

Опасные:

- Загрязнение воздушной среды

Пылимость - отрицательное свойство бумаги, характеризующееся отделением с ее поверхности или с кромок под влиянием механических

воздействий (трения, перегиба, удара или встряхивания) мелких обрывков волокон, а также частиц наполнителя, проклеивающих веществ или красителей. Таким образом, *бумажная пыль* может содержать в различных соотношениях вещества минерального и органического происхождения.

При работе с бумажными носителями, а также в помещениях, где расположены средства оперативной полиграфии воздух наполняется различными токсичными веществами и бактериями, проникающими в организм человека и оказывающие раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, глаз, кожу. Особенно опасно, когда токсичные вещества через дыхательные пути или поврежденную кожу попадают непосредственно в кров, что вызывает нарушение деятельности его систем или всего организма.

Одним из самых распространенных видов загрязнения воздуха является пыльб главным образом – бумажная. Губительное воздействие пыли зависит от её токсичности и концентрации в воздушной среде. На частичках пыли находятся споры, бактерии, грибки, с потоком воздуха они разносятся внутри помещения.

В настоящее время, для всех вредных веществ установлена ПДК, при которой не происходит вредного воздействия на организм человека (ГОСТ 12.1.005-01 «Воздух рабочей зоны» (Действующий)). [18]

По степени вредного воздействия на организм человека вещества делятся на:

- токсические; - раздражающие;
- канцерогенные; - мутагенные.

Борьба с вредными микроскопическими веществами осуществляется с помощью общегигиенических мероприятий:

- влажная уборка ; регулярная чистка пылесосом.

А также рекомендуется проветривать помещение, устраивать сквозняки на 5-8 минут, когда воздух полностью меняется. В служебных помещениях необходимо добиваться кондиционирования воздуха.

- Электрический ток

Электрический ток представляет собой опасность, которая не предупреждает о своем присутствии (нет видимых движущихся частей, свечения, запаха, шума), а в случае повреждения электроустановок (нарушения прочности изоляции, отсутствия заземления, неправильного его выполнения, обрыва и т.д.) вокруг места повреждения возникает опасное электрическое поле.

Особенно опасно прикосновение человека к токоведущим частям находящимся под напряжением.

Вследствие теплового воздействия электрического тока при непосредственном прикосновении человека к токоведущим частям и при воздействии электрической дуги возникают внешние местные поражения (ожоги). Ожоги могут быть поверхностные или глубокие, сопровождающиеся поражением не только кожных покровов, но и подкожной ткани, жира, глуболежащих мышц и кости.

Для обеспечения электробезопасности необходимо точное соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок и проведение мероприятий по защите от электротравматизма.

ГОСТ 12.1.038-82 устанавливает предельно допустимые напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2В, а силы тока — 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц — соответственно 2В и 0,4 мА; для постоянного тока — 8В и 1,0 мА (эти данные приведены для продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки).

Мерами и способами обеспечения электробезопасности служат:

- применение безопасного напряжения;
- контроль изоляции электрических проводов;
- исключение случайного прикосновения к токоведущим частям;
- устройство защитного заземления и зануления;
- использование средств индивидуальной защиты;
- соблюдение организационных мер обеспечения электробезопасности.

Для защиты от случайного прикосновения человека к токоведущим частям электроустановок используют ограждения в виде переносных щитов, стенок, экранов.

5.2 Экологическая безопасность.

5.2.1 Утилизация отходов полиграфического производства

Любое типографическое, полиграфическое предприятие и завод по производству тары не может обойтись без образования отходов.

Образованные отходы полиграфического производства представляют собой макулатуру, которая необходима для дальнейшей переработки. Если сделать правильную переработку с использованием специального оборудования, можно получить бумагу или картон. Чтобы данный материал не накапливался годами и не нарушать экологический баланс, необходимо делать своевременный вывоз и утилизацию отходов.

Утилизацией отходов вторичного производства занимаются предприятия, которое работает на рынке утилизации, имея специальное оборудование, переработка проходит быстро и соответствуя экологическим нормам безопасности окружающей среды. Все отходы полиграфического производства упаковываются в специальные тары, и перевозятся на полигон для дальнейшей переработки. Для подтверждения правовой деятельности, компания представляет заказчику документ акт утилизации, что необходим полиграфическому предприятию для проверок контролирующим органов.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Одной из наиболее вероятных чрезвычайных ситуаций на месте работы инженера в издательстве может быть пожар. Пожар - это неконтролируемое горение вне очага, наносящее материальный ущерб Пожар может случиться в результате взрыва системного блока компьютера, замыкания проводки.

Основными причинами, способствующими возникновению и развитию пожара, являются:

- нарушение правил применения и эксплуатации приборов и оборудования;
- несоблюдение элементарных мер пожарной безопасности производственным персоналом и неосторожное обращение с огнем;
- задействование в производственном процессе неисправного оборудования;
- использование неисправных стационарных и первичных средств тушения пожара;
- возникновение разряда статического электричества, искрение контактов, возникновение электрической дуги.

Противопожарный режим включает:

- установление порядка проведения временных огневых и других пожароопасных работ;
- определение порядка обесточивания электрооборудования в случае пожара;
- установление порядка уборки горючих отходов, пыли, специальной одежды в рабочем помещении;
- определение действий персонала, работников при обнаружении пожара;
- установление порядка и сроков прохождения противопожарного инструктажа;

- запрет на выполнение каких-либо работ без проведения соответствующего инструктажа.

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов. В соответствии с НПБ 105-03 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. № 314) здание издательства относится к категории пониженной пожароопасности Д.

Необходимо действовать следующим ТБ в сложившейся ситуации:

- 1) Сообщить службе 01 и администрации о случившейся ЧС;
- 2) Немедленная эвакуация людей, находящихся в момент взрыва в рассматриваемом помещении с использованием ватно-марлевых повязок или имеющихся СИЗ;
- 3) Принятие мер к спасению имущества и оборудования;
- 4) В случае травматизма быть готовым оказать первую помощь пострадавшим;
- 5) Действовать в полном соответствии с инструкцией.

Пожарная безопасность в здании издательства контролируется в полном соответствии с:

1. Федеральным законом Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности";
2. Правилами пожарной безопасности в Российской Федерации ППБ 01-03;
3. ГОСТ Р 12.2.143-2002 «Системы фотолюминесцентные эвакуационные»;
4. ГОСТ Р 12.4.026-2001 «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики»;

5. НПБ 160-97 «Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности»;
6. ГОСТ 28130-89 «Пожарная техника. Огнетушители, установки пожаротушения и пожарной сигнализации. Обозначения условные графические».

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Регулирование трудового процесса осуществляет Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ, целями которого являются:

- создание благоприятных условий труда;
- защита прав и интересов работников и работодателей;
- установление государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан.

Одним из обязательных принципов регулирования трудовых отношений является обеспечение права каждого работника на справедливые условия труда, в том числе на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, права на отдых, включая ограничение рабочего времени, предоставление ежедневного отдыха, выходных и нерабочих праздничных дней, оплачиваемого ежегодного отпуска

Рабочее место не может быть аттестовано, если на нем не обеспечены требования охраны труда и не выполнены требования нормативных актов в этой сфере деятельности.

ВКВ рабочий относится к профессиям с вредными условиями труда, работа в которых даёт право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день (постановление от 25 февраля 2000 г. N 163 «Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет»).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретические аспекты теории риска, реализованные в процессе написания ВКР на примере пожара в Издательстве ТПУ. Рассчитанная величина пожарного риска превышает установленную, равную 10^{-6} год⁻¹, что говорит о необходимости ужесточения требований к нормам пожарной безопасности в здании. Чтобы уменьшить величину пожарного риска, необходимо устранение причин его возрастания, которые могут быть реализованы за счет совершенствования технических систем и повышения профессионализма сотрудников Издательства. Необходимо постоянной проведение инструктажей о технике безопасности и правилах пожарной безопасности под личную подпись.

Также, в качестве дополнительных рекомендаций, в момент проведения ремонта, в качестве отделки использовать только разрешённые нормативными документами материалы. За соблюдением всех требований необходим постоянный контроль со стороны Отдела Пожарной Безопасности НИ ТПУ, пожарной инспекции и сотрудниками ГУ МЧС по области.

С использованием методики расчета времени эвакуации при ЧС, на примере трех сценариев, выявлено что имеющиеся пути и расположение рабочих мест в Издательстве ТПУ достаточно для безопасного вывода сотрудников из помещений без потерь.

Эвакуация осуществляется из помещений по коридорам этажа через два эвакуационных выхода улицу.

При проведении комплексных пожарно-тактических учений, объединяются задачи, решаемые при проведении тренировочных, проверочных и показательных учений. Кроме того, они проводятся с целью комплексной оценки уровня противопожарной устойчивости объектов.

При анализе пожарной безопасности объекта выявлено: смонтирована система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в здании, автоматическая пожарная сигнализация, установки пожаротушения

отсутствуют, выхода оборудованы световыми табло, установки дымоудаления отсутствуют. Водоснабжение внутреннее. Места расположения указаны на поэтажных планах. Имеются первичные средства пожаротушения – огнетушители, в рабочем состоянии, исправны.

В издательстве находится 20 человек (с 8:00 до 18:00). Возраст от 20 до 60 лет, состояние людей удовлетворительное.

Как видно из описания возможных чрезвычайных ситуаций в здании издательства, возможные пожары имеют наименьшую вероятность возникновения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О пожарной безопасности. Федеральный закон от 21 декабря 1994 № 69-ФЗ.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22 июля 2008 № 123-ФЗ.
3. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.004-91.
4. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Приложение к приказу МЧС России от 30.06.2009 №382.
5. Методические рекомендации от 26 мая 2010 г. № 43-2007-18 по действиям подразделений ФПС при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.
6. Наставления по газодымозащитной службе ГПС МВД России. Приказ МВД России от 30.04.96 г. № 234 –М.: МВД РФ, 1996 – 162с.
7. Об утверждении и введении в действие правил по охране труда в подразделениях ГПС МЧС России. Приказ МЧС России от 31.12.2002 № 630.
8. Организационно-методические указания по тактической подготовке начальствующего состава ФПС МЧС России. Утверждены Главным военным экспертом МЧС России генерал-полковником П.В.Платом 28.06.2007.
9. Методические рекомендации по выполнению дипломной работы. – УрИ ГПС МЧС России 2008.
10. Баранин В.Н. – Учебное пособие. Экономика чрезвычайных ситуаций и управление рисками. - Пожнаука, 2004.
11. Брушлинский Н.Н. – Статистика, анализ, прогнозы. Пожары в России и в мире. – Калан, 2002.
12. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник Руководителя тушения пожара. М.: – Стройиздат, 1987.
13. Кукин П.П., Лапин В.Л. – Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Высшая школа, 2002.

14. Повзик Я.С. – Учебник «Пожарная тактика»: М.:ЗАО СПЕЦТЕХНИКА 2004.

15. Теребнев В.В., Подгрушный А.В. - Пожарная тактика. Основы тушения пожаров. – Екатеринбург: Калан, 2008.

16. Департамент надзорной деятельности. Анализ обстановки с пожарами и последствий от них на территории Российской Федерации за 11 месяцев 2010 года: Москва 2010.

17. Пожаровзрывобезопасность. Журнал №10 от 2010, стр. 47-48.

18. Пожаровзрывобезопасность. Журнал №9 от 2010, стр. 6-8.

19. Пожаровзрывобезопасность. Журнал №6 от 2010, стр. 28-29.